DIE HOCHDRUCKDAMPFMASCHINE: RICHTIGSTELLUNG IHRES WERTHES IN DER REIHE DER ÜBRIGEN DAMPFMASCHINEN-SYSTEME, VORTHEILE IHRER ALLGEMEINEN ANWENDUNG, SO WIE VORSCHLÄGE ZU EINER ZWECKMÄSSIGERN CONSTRUCTION DERSELBEN, ...

Ernst Alban

Digitized by Google

BHS III 60

807m VI

III

15

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek
Gruppe III
E Nr. 60

<36642209850012

<36642209850012

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Bayerische Staatsbibliothek
Bibliothek
Cim. e. 111
B Nr. 60

Die

Hochdruckdampfmaschine.

Richtigstellung ihres Werthes

in der Reihe der übrigen Dampfmaschinen-Systeme, Vortheile ihrer allgemeineren Anwendung, so wie Vorschläge zu einer zweckmäßigern Construction derselben, um die Dämpfe möglichst Brennmaterial ersparend und gefahrlos in ihr benutzen zu können.

Aus eigenen Erfahrungen entwickelt

von

Dr. Ernst Alban,

practischem Maschinenbauer in Plau und Ehrenbürger dieser Stadt.

BIBLIOTHEK

Mit 5 Steindrucktafeln.

Rostock und Schwerin, 1843.

Stiller'sche Hofbuchhandlung.

(Eberstein & Otto.)

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Seinem theuersten Freunde,

dem

Herrn Landbaumeister Virck

in Sülz

widmet

diese Abhandlung über Hochdruckdampfmaschinen

mit dankbarer Liebe

der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zueignung.

Dir, mein Theurer! der Du im Ringen mir tröſtend den Muth hobſt,
Wenn mir ein feindlich' Geſchick trübte den ſtrebenden Geiſt;
Dir, der freundlich die Kraft, die ſchaffende, neu mir belebte,
Wenn ſie gebeugt mir erloſch unter der Sorg' und Gefahr;
Der Du, was wirkt' ich und ſchuf für nützliche Zwecke des Lebens,
Liebend verſtandeſt, und ſtets prüfteſt als ſchonender Freund,
Der mir aufrichtend zur Seit' ſtand, wo man mich kränkt', und verkannte,
Was ich begeiſtert ergriff, vaterlandsliebend und treu;
Dir mit dem klaren Verſtand', mit dem treffenden Auge des Forſchers,
Reichgeſchmückter an Herz! Herrlichbegabter an Geiſt!
Dir ſei geweihet die Frucht viel müh'voll beſtandener Stunden,
Was ich geſammelt, und was emſig und ſtill ich erforſcht.
Wende Dich freundlich zu mir, und richte auch diesmal, wie immer.
Siehe! ein dankbar Gemüth ſchmiegt ſich vertrauensvoll Dir
An das Herz, und wie klein und unſcheinbar auch die Gab' iſt,
Denke der Zeit dabei, wo Freundſchaft und Kunſt uns vereint.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede an den Leser.

Mitten im Drange vieler anstrengender Geschäfte, unter immerwährenden Störungen, schrieb ich diese Abhandlung über Hochdruckmaschinen in der Absicht, Nutzen dadurch zu verbreiten. Möge der gute Zweck hinsichtlich der Mängel derselben mein freundlicher Fürsprecher und Vertreter sein. Das Feld der Hochdruckdampfmaschinen ist noch so uncultivirt, und die Kenntnisse und Erfahrungen über den Werth oder Nichtwerth dieser Maschinen, die jetzt eine so wichtige Rolle im Weltverkehr zu spielen beginnen, sind noch so unvollkommen, daß jede Stimme, die darüber laut wird, Berücksichtigung verdient, vorzüglich wenn sie von Männern kommt, die Dampfmaschinen nicht allein hinter dem Studirtische kennen lernten, sondern viel mit denselben umgingen, und ihrem Baue und ihrer Verbesserung einen großen Theil ihrer Thätigkeit weihten. Ich bescheide mich gerne, daß meine Stimme wenig Gewicht habe, aber dessen ungeachtet ist mein Wunsch nicht getrübt, daß sie einigen Anklang finde. Seit einer Reihe von beinahe 30 Jahren war ich unablässig mit Versuchen im Felde der Dampflehre beschäftigt, und habe den größten Theil dieser Zeit der Prüfung und richtigen Wür-

Digitized by Google

digung der Hochdruckdampfmaschinen gewidmet, auch eine namhafte Anzahl größerer und kleinerer Hochdruckmaschinen wirklich errichtet, bei denen ich die Resultate meiner Beobachtungen und Versuche nach und nach in's practische Leben einführte. Dies und ein zweijähriger Aufenthalt in England, wo ich Hunderte von Dampfmaschinen, nach den verschiedensten Principien gebaut, und zu den mannigfaltigsten Zwecken verwendet, zu beobachten und zu untersuchen Gelegenheit hatte, und endlich die Erfahrung, daß meine Bemühungen zur Verbesserung der Hochdruckmaschinen einen immer günstigern Erfolg hatten, erweckt die Hoffnung in mir, daß man mir einige Competenz zuerkennen, und meine Mittheilungen mit einigem Vertrauen aufnehmen werde.

Durch natürliche Anlage und durch eine unwiderstehliche, sich durch alle widrige und hemmende Verhältnisse meines Lebens durchkämpfende, Neigung für mein jetziges Fach bestimmt, hatte ich einen langen Irrweg zu durchlaufen, ehe ich an's erwünschte Ziel kam. Die rüstigsten Jahre der leichtern Empfänglichkeit, der regern Lebensthätigkeit und des lebendigern und wärmern Eifers verlor ich, dem Wunsche meines Vaters still und mit Aufopferung meiner höchsten Interessen Gehorsam leistend, im Aufsammeln von Kenntnissen, die ich in meinem jetzigen Berufe wenig oder gar nicht ausbeuten kann, die im Gegentheile mich durch ein Labyrinth von Zweifeln führten, die nicht allein auf meinen Geist, sondern auch auf mein Gemüth und auf meinen Körper und seine Gesundheit und Lebenskraft nachtheilig wirkten, und deshalb mich zuletzt mit meinem Schicksale zerfallen ließen, und dem Lebensüberdrusse Preis gaben. Endlich zum Gefühle meiner traurigen Lage erwachend, hatte ich die schwierige Aufgabe zu lösen, mich selbst, ohne eine leitende Hand, nicht allein in das Fach meiner Nei-

Digitized by Google

gung einzuführen, sondern auch dasselbe für mich so ersprießlich zu machen, daß es meine und meiner Familie Existenz sichern könne. In einem Lande lebend, wo man Industrie kaum dem Namen nach kennt, wo es den Bewohnern also auch ganz an aller Beurtheilung dessen, was dahin schlägt, und derer, die dahin arbeiten und sich in ihrem Felde bewegen, völlig gebricht, war ich nicht allein allen günstigen und fördernden Potenzen entrückt, und ganz auf mich und meine innere Kraft beschränkt, sondern hatte auch bei meinem Streben allenthalben mit der öffentlichen Meinung, mit eingefleischten Vorurtheilen und der so vielen Unkundigen anhängenden Anmaßung im Urtheile zu kämpfen, fiel zum Theil auch als Opfer derer, die mich nicht verstanden, mein Streben und die Maaßregeln, die ich nahm, um mich zu dem neuen Berufe vorzubereiten und darin auszubilden, vielmehr als eine eitle und elende Projectenmacherei und eine meinem Charakter anhängende Wankelmüthigkeit zu betrachten für gut fanden. Durch den wärmsten Patriotismus an Mecklenburg geknüpft, konnte ich trotz aller dieser Widerwärtigkeiten dennoch mich nie entschließen, mein Vaterland zu verlassen, so oft ich dies auch früher und später mit großem Vortheile hätte thun können, indem ich unverrückt das mir gesetzte Ziel vor Augen behielt, in meinem Vaterlande den Haupthebel der Industrie, die erste Maschinenbauanstalt, zu gründen, um so erweckend und belebend auf die ersten sprossenden Keime der erwachenden, und hie und da Zeichen des Lebens gebenden Industrie zu wirken. Ob ich dabei untergehen werde, diese Frage beantwortete ich mir stets mit Resignation, an dem guten Zwecke meine Kraft belebend und aufrichtend, und diese Stimmung habe ich durch alle Verhältnisse festgehalten, selbst als ich später ohne alle Hülfe von außen und ohne alles Vermögen als Gründer der ersten Maschinenbauanstalt in Meck-

Digitized by Google

lenburg wirklich auftrat, und mit Kummer, Sorge und Gefahr rang; als an der Erziehung zum Maschinenbaufache zum Theil völlig verwahrloseter Arbeiter oft mein Muth und meine Kraft brach, als ich verlassen von allen meinem Geschäfte vorarbeitenden Hülfsfächern, von allen, meine Studien in demselben fördernden und erleichternden Hülfsquellen, mich stets auf meine eigene Kraft zurückgewiesen und geworfen fand, Alles in Allem umfassen, das ganze Feld der Maschinenbaukunst mit meinen geringen Mitteln erschöpfen, jede Kleinigkeit des Geschäftes selbst erforschen, studiren, bedenken und besorgen, und dadurch meine geistige Kraft in tausend Atome zersplittern, in jeder Sphäre meines Treibens die Bahn brechen mußte; als ich trotz aller Beweise meiner Fähigkeiten für dieses Fach und meiner Ausdauer in demselben, trotz der mancherlei nützlichen Erfindungen, womit ich dem landwirthschaftlichen und fabriklichen Betriebe meines Vaterlandes unter die Arme griff, weder von oben her Anerkennung und Beförderung, noch beim Publiko, das die Früchte meiner Mühen erntete, eine freundliche und mein junges Geschäft fördernde und schützende Anregung fand; als man fortfuhr, alle meine Schritte mit scheelen und krittelnden Augen zu betrachten, und mich durch Unzartheit und Mißtrauen zu quälen, indem man durch schnelles Vergessen meiner frühern Leistungen mich immer von Neuem in den Hintergrund stellte; als man nicht aufhörte, meine Schöpfungen, aus welchen man zum Theil den größten Nutzen zog, und zu welchen man mich häufig sogar öffentlich aufgefordert hatte, als Projecte zu verschreien, und die allmählige, unablässige und unermüdliche Verbesserung meiner Fabrikate mir als Unbeständigkeit und unnöthige Neuerungssucht zu deuten; als man endlich die Nothwendigkeit, mir durch neue Erfindungen immer frische Erwerbsquellen zu eröffnen, wenn die alten, wegen Mangels an Pa-

Digitized by Google

tentverordnungen im Lande und an Gerechtigkeitsgefühl beim Publiko schnell versiegten, zu verdächtigen suchte, und denen, die meine Erfindungen wohlfeiler, aber auch schlechter nachbauten, und durch die schlechte Nachbildung die gute Sache wieder in Mißcredit brachten, zulief, während man des Erfinders und der von ihm der Erfindung gebrachten Opfer vergaß; als ich selbst Leute aus den höhern Classen und von höherer Bildung denen, die sich in meinem Schweiße die Hände wuschen, allen möglichen Vorschub leisten, und ihnen alle mögliche Beförderung angedeihen lassen sah.

Dies theils zur Erklärung der an meinen Freund Birck gerichteten Worte der Freundschaft, der Dankbarkeit und Liebe, theils als Rechtfertigung bei der Unvollkommenheit meiner vorliegenden Arbeit. Ein bewegtes, von Sorgen getrübtes und an Arbeit und Mühe reiches Leben enthält wenig Stunden der Ruhe, der geistigen Ungestörtheit, ein Autodidact dringt nur mit langsamen und schwerfälligen Schritten, auf einem unsichern, schwankenden und tausend Hindernisse bietenden Pfade, in die Wissenschaft und Kunst ein, und verdient deshalb Schonung und Nachsicht, zumal wenn er am Studirtische nur wenig, und nur in der Zeit der körperlichen und intellectuellen Abspannung, verweilen darf, und warmes Streben nach Nutzverbreitung die einzige Triebfeder seiner Schriftstellerversuche ist.

Was vielleicht in meiner Nähe bald vergessen wird, als ein mir werthes Vermächtniß mögte ich es meinem theuren deutschen Vaterlande zurücklassen, wenn mein früh gebleichtes Haupt auf sein letztes Ruhekissen sinkt, und meine Asche mit Erde bedeckt wird, um etwas von alle dem zu erhalten, was ich begeistert ergriff und festhielt, und von dem manches vielleicht verdient, erhalten zu werden. Als Beweis meines guten Willens, meines Patriotismus, eines nützlich verwandten Le-

Digitized by Google

bens, als ein Verſuch, ein verfehltes Geſchick zu verſöhnen, und für die verlornen Jahre ein Pfand des regſten Eifers und unermüdlichſten Strebens in die Wagſchale zu legen, bleibe es zurück. Hat meine Arbeit auch ihre vielen und großen Mängel, ſo ſchließt ſie doch auch gewiß manches Beachtenswerthe und allgemeinen Nutzen Verbreitende in ſich. Und ſo kann ich denn von ganzem Herzen mit dem beſcheidenen Verfaſſer des Buches der Maccabäer ſchließen:

> Und hätte ich es lieblich gemacht, das wollte ich gerne. Iſt es aber zu gering: ſo habe ich doch gethan, ſo viel ich vermogt.
>
> Denn allezeit Wein oder Waſſer trinken, iſt nicht luſtig: ſondern zuweilen Wein, zuweilen Waſſer trinken, das iſt luſtig. Alſo iſt es auch luſtig, ſo man mancherlei lieſet.
>
> Das ſei das Ende.

Plau, im Monate Februar 1842.

Dr. Ernſt Alban.

Digitized by Google

Einleitung.

Es würde überflüssig seyn, die Wichtigkeit der Dampfmaschinen für die menschliche Gesellschaft hier erst näher zu beleuchten und zu würdigen. Jeder weiß, wie seit ihrer Erfindung und Einführung alle Zweige der Industrie sich völlig umgestaltet und einen großartigern Character angenommen haben; weiß, wie ihre Anwendung alle Tage auf immer neue und wichtigere Zwecke, auf immer größere Hebel der Civilisation sich erstreckt, und es dürfte wohl nicht leicht jemand gedacht werden, der nicht durch das, was er jetzt schon durch Dampfmaschinen in's Leben gerufen und ausgeführt sah, auf die unabsehbaren Folgen hingeführt wäre, welche diese Erfindung in der Zukunft für die menschliche Gesellschaft und die allgemeine Civilisation haben dürfte.

Dieserhalb ist es doppelt zu verwundern, daß diese wichtige Erfindung bisher noch im Ganzen nicht auf eine höhere Stufe der Vollendung gebracht ist. Wenn man bedenkt, wie viele Köpfe ihre Verbesserung seither in Bewegung gesetzt hat, wie viele verschiedene Richtungen die Verbesserer genommen, von wie mannigfachen Ansichten sie ausgegangen, wie tausendfältige Mittel sie zur Erreichung ihres Zweckes versucht haben; so muß man erstaunen, daß alle diese Bemühungen uns im Ganzen noch so wenig über die zweckmäßigste Art, den Dampf als bewegende Kraft anzuwenden, aufgeklärt haben, daß immer noch die Frage, von welchem Punkte aus die Verbesserung ausgehen solle, um dem Ziele der höchsten Vollkommenheit sich zu nä-

Digitized by Google

hern, eine Streitfrage geblieben ist. Fast noch unerklärbarer ist es aber, wie sehr es bei alle dem Leben und Treiben im Felde der Dampfmaschinen doch noch an allen vergleichenden Versuchen fehlt, die verschiedenen bis jetzt aufgestellten Systeme von Dampfmaschinen gehörig wissenschaftlich und unpartheiisch zu prüfen, um für das eine oder das andere die ihm gebührenden Vorzüge festzustellen, und so endlich zu einem Endresultate zu kommen.

Bis jetzt ist in dieser Beziehung nur von einigen Einzelnen und von Industriegesellschaften hie und da etwas unternommen, dieses wenige genügt aber nicht, und man dürfte auch dann erst zum gewünschten Ziele gelangen, wenn irgend eine Regierung sich in's Mittel legte, und die nicht unbedeutenden Kosten hergäbe, um solche entscheidende Versuche in dem gehörigen Umfange und mit Ruhe und mit wissenschaftlicher Schärfe zu machen. Die Bemühungen Einzelner zur Erforschung der Wahrheit beschränken sich größtentheils auf theoretische Raisonnements und Berechnungen, welche oft durch Befangenheit, Partheisucht, Selbstsucht und Eigennutz diktirt, oder von unhaltbaren Hypothesen ausgehend, nicht allein den vorgesteckten Zweck durchaus verfehlen, sondern die Reihe der schon bestehenden Irrthümer noch vergrößern; zum Theil aber auf kleinere Versuche, die zu vereinzelt dastehend, wohl hie und da einiges Licht verbreiten, aber kein genügendes Endresultat herbeiführen. Dem Einzelnen fehlen gewöhnlich die Ruhe und die Summen zur Erreichung seiner wohlmeinenden Absichten, er ist nicht selten das Lastthier der menschlichen Gesellschaft, und kann nur die wenigen Stunden der Muße, eine Zeit der intellectuellen Abspannung, seinen Forschungen widmen, so wie denn in der Regel die Wohlmeinenden, Fortstrebenden und Erleuchteten von der Last der Umstände zu sehr unter Druck erhalten werden, um sich frei bewegen zu können. Der Maschinenfabrikant, meistens nur auf seinen pecuniären Vortheil und seinen Ruf bedacht, opfert diesen beiden oft das Interesse der Wissenschaft. Maschinen, auf einfache Grundsätze zurückgeführt, vermindern die Masse seiner Arbeit und die Zahl seiner Be-

Digitized by Google

wunderer; denn bunte, künstliche und complicirte Maschinen werden am meisten angestaunt und gekauft. Die Wahrheit ist nicht selten nackt und dürftig aussehend, ihr schlichtes Kleid wird gering geachtet; so viele Schwierigkeiten auch ihre Auffindung darbietet, so sehr unbedeutend erscheint sie, wenn sie gefunden ist, und so gering das Verdienst dessen, der sie fand. Nicht selten aber vernichten Partheisucht [1]), ein eingerissener Schlendrian, ja, (ich darf mich wohl des Ausdrucks bedienen), alberne Modenarrheit [2]) die Aussichten und Hoffnungen auf baldige Erreichung des Ziels. Jedes Land bewahrt mehr oder weniger seine Ansichten und seine Grundsätze mit eiserner Hartnäckigkeit und unbeugsamen Nationalstolze, [3]) und verachtet das Nachbarliche, gleichviel ob mit Recht oder Unrecht, mit unbegreiflicher Verblendung. In dem Streite tritt nicht selten die Prahlerei mit ihrem Lügenkleide auf, man sucht seine Ansprüche auf Ueberlegenheit auf jede Weise geltend zu machen. So wird die Wahrheit eben so von ganzen Nationen mit Füßen getreten, als sie in dem Stolze, dem Neide und der Scheelsucht der Einzelnen untergeht. Deutschland fällt leider in den Fehler der Leichtgläubigkeit, der Nachbeterei, eines Mangels an Nationalstolz, in den Fehler einer zu großen Bewunderung des Ausländischen. Es erschlafft in dem Mißtrauen gegen sich selbst, und es hat doch Ursache, vor vielen Nationen, sich an sich selbst und an der Vergangenheit aufzurichten, die es zur Wiege der ersten und wichtigsten Erfindungen gemacht, und bewiesen

---

1) Man erinnere sich hier an Herrn von Baaders Auftreten gegen Herrn von Reichenbach, hinsichtlich seiner im wöchentlichen Anzeiger für Kunst- und Gewerbefleiß im Königreiche Baiern, Jahr 1816, Nr. 8. angekündigten Verbesserung der Dampfmaschinen, und zwar in seinen Bemerkungen über die von Herrn von Reichenbach angekündigte Verbesserung der Dampfmaschinen, und die Anwendung derselben auf Fuhrwerke. München 1816.

2) Man sehe hier meine in Dingler's polyt. Journale enthaltene Darstellung der Grundzüge meines neuen Dampfentwickelungsprincips, Bd. XXVIII. Seite 373, die Note unten.

3) Dieser tritt nirgends greller hervor als in England.

hat, daß seine wissenschaftliche Tendenz von je her die reinste, gründlichste und tiefste war. Die Geschichte der Erfindungen ist aber auch ein redender Beweis, daß viele Erfindungen des Auslandes erst dann wissenschaftlich untersucht und vervollkommnet wurden, als sie den Weg nach Deutschland fanden.

Bei so ungünstigen Umständen und so geringen Aussichten, hinsichtlich der verschiedenen Systeme von Dampfmaschinen auf eine mächtig und schnell fördernde Weise endlich mehr Aufklärung zu erhalten, bei so weniger Hoffnung, daß endlich sich eine Regierung in's Mittel legen, und eine so wichtige Sache zum Ziele führen werde, ist es doppelt Pflicht des Einzelnen, seine Beobachtungen und Erfahrungen in diesem Felde zu sammeln, und öffentlich zur Kunde zu bringen, damit, wenn auch auf einem schwierigern, langsamern und unsicherern Wege Anhaltspunkte für eine wissenschaftliche Prüfung, Beurtheilung und Vergleichung des fraglichen Gegenstandes gesammelt und aufgestellt werden können.

Niemand wird es bestreiten, daß hinsichtlich der Hochdruckmaschinen bis jetzt am wenigsten geschehen sey, um ihnen eine richtige Stellung in der Reihe der verschiedenen Dampfmaschinensysteme anzuweisen. Was darüber bis jetzt verhandelt ist, enthält so verschiedene Ansichten, zum Theil so viel Unwissenschaftliches, so viele Irrthümer, so viele schreiende Widersprüche, daß es nur dazu dienen kann, diesen Gegenstand immer mehr zu verwirren und dem gewerbetreibenden Publikum zu verleiden. Im Ganzen kränkelt dieser Gegenstand aber auch noch an so vielen Mängeln, ist durch die Wissenschaft noch so wenig fest basirt, steht in seiner praktischen Ausführung größtentheils noch so unvollkommen da, daß jene üblen Erfahrungen darin hinreichende Entschuldigung finden. Offenbar haben aber am meisten die Engländer dazu beigetragen, diese ursprünglich amerikanische Erfindung [1]) auf alle mögliche Weise, wenn auch

1) Oliver Evans baute nämlich sehr geraume Zeit vor Trevithik und Vivian in Amerika Hochdruckmaschinen, und zwar nach viel bessern Grundsätzen als diese beiden Engländer.

Digitized by Google

nicht immer durch wörtliche Angriffe, sondern durch schlechte Anordnung und Ausführung ihrer Hochdruckmaschinen in Mißcredit zu bringen, und wahrscheinlich wäre sie am Ende ganz wieder verdrängt worden und in Vergessenheit gerathen, wenn nicht die Franzosen [1]) sich in neuerer Zeit bemüht hätten, ihren Untergang durch wissenschaftliche Prüfung und Herausstellung ihrer Vortheile, so wie durch eine nach und nach besser angeordnete Construktion derselben zu hemmen. Amerika und Frankreich blieben fast die einzigen Stützen dieses Systems, während in Deutschland kaum eine Theilnahme sich dafür aussprach, und seine Verehrer [2]) in Folge englischer Nachbeterei öffentlich feindselig angefochten und verdammt wurden. Im Allgemeinen räumte man den Hochdruckmaschinen immer nur ein sehr kleines Feld ein, hielt ihre Anwendung nur für gewisse Zwecke zulässig. Die Eisenbahnangelegenheit und das allgemeine hohe Interesse, was sie erregt, scheinen jetzt aber das Hochdruckdampfmaschinenprincip auf einmal in einen höhern Rang zu stellen. Man nimmt plötzlich eine Angelegenheit mit großem Eifer wieder auf, die man zum Theil schon ganz hatte fallen lassen. In England, dem Lande der Watt'schen Dampfmaschinen, regt es sich plötzlich in allen Köpfen der Engineer's, in allen Werkstätten. Hochdruckmaschinen für Dampfwagen ist das Feldgeschrei, und Bemühungen und Belehrung, diesen Gegenstand angehend, steigen an Werth, und ein Vorschlag, eine Verbesserung und Verschlechterung drängt die andere. Mit einem Male scheint England wieder der Markt für die Hochdruckmaschinen werden zu wollen, und jeder schaut dahin, um das Licht der erleuchteten Britten einzusaugen und zu bewundern.

Es ist vielleicht in diesem Augenblicke der ungünstigste

---

1) Unter diesen vorzüglich Hallette, Saulnier, Cavé, Faivre, Meier und mehrere andere.

2) Man denke hier wieder an den vortrefflichen, leider zu früh verstorbenen von Reichenbach in München, und seinen Streit mit Jos. v. Baader.

Digitized by Google

Zeitpunkt, meine Bemühungen im Felde der Hochdruckmaschinen als einen gemeinnützigen Beitrag zur richtigen Kenntniß und Beurtheilung dieser vortrefflichen Maschinen auf den Altar meines Vaterlandes niederzulegen. Deutschland befindet sich wieder in einem Zustande der anbetenden Verzückung für das Ausland, ist wieder taub geworden gegen die Stimme im eigenen Herzen, kalt geworden gegen sein eigenes Blut; dennoch will ich mein geringes Scherflein darbringen. Wird auch jetzt meine Stimme im allgemeinen Rausche verhallen, im allgemeinen Taumel verachtet werden, so soll mich das doch nicht abhalten, einen Versuch zu wagen, meinem Vaterlande in einer wichtigen Angelegenheit öffentlich zu dienen. Ich fühle zwar lebhaft, wie wenig Auctorität ich mir beilegen, wie geringe Ansprüche ich auf allgemeine Beachtung machen darf, bin aufrichtig durchdrungen von der Geringfügigkeit meiner Arbeit, aber theils die Ueberzeugung, daß jeder, auch noch so geringe Beitrag zur Förderung einer wichtigen und guten Sache Werth habe, theils die Erfahrung, daß meine früheren öffentlichen Bemühungen [1]), den Hochdruckmaschinen ein verdientes Wort zu reden, beachtet und wohl aufgenommen worden sind, geben mir Muth, noch einmal aufzutreten, indem ich die Hoffnung hege, daß eine längere Praxis im Maschinenbaufache und der Bau mehrerer Hochdruckmaschinen und die dabei gesammelten Beobachtungen und Erfahrungen mich jetzt vielleicht mehr als damals dazu befähigen.

Der Hauptzweck dieser meiner Arbeit wird seyn, meine Beobachtungen und Erfahrungen, theils an mehreren, für verschiedene Anstalten von mir gelieferten, theils an 2 täglich unter meinen Augen gearbeitet habenden Hochdruckmaschinen gemacht, mitzutheilen, die Versuche, die mich seit einer langen Reihe von Jahren unabläßig beschäftigt, ihre glücklichen und unglücklichen Erfolge anzugeben, und den bei mir durch solche Versuche und ihre Resultate herbeigeführten Ideengang zur Ver-

1) Siehe Dingler's polytechn. Journal, Band XXVIII. Seite 82. Ferner in dem nämlichen Bande, Seite 337.

Digitized by Google

besserung dieser Maschinen vor Augen zu legen, wobei ich mir theils Verminderung oder gar Aufhebung der bei ihrer Anwendung obwaltenden Gefahr, theils eine, auf möglichst einfache Grundsätze zurückgeführte, dem jedesmaligen, durch die Maschine zu erreichendem Zwecke möglichst entsprechende, Form und Construction derselben zum Ziele gesetzt hatte. Von je her allen weitläuftigen und in's Kleinliche führenden theoretischen Berechnungen abgeneigt, vorzüglich wenn sie auf bloße Hypothesen, und nicht auf unumstößliche Wahrheiten gegründet sind, habe ich dergleichen möglichst vermieden, um auch so derjenigen Classe von Gewerbetreibenden deutlich zu werden, die mit den höheren physicalischen und mathematischen Wissenschaften nicht vertraut sind. Wohl wissend, wie gefährlich es sey, bei einem Gegenstande, der nur auf Einem Fuße sicher steht, während unter seinem andern der Grund morsch ist und schwankt, mit einer theoretischen Sicherheit auftreten zu wollen, habe ich versucht, immer so viel wie möglich einen festen Grund unter meinen Füßen zu behalten, einfache Schlüsse aus einfachen Erfahrungssätzen gezogen, und einfache Regeln aus meinen Schlußreihen für die Praxis entwickelt. Tragen diese auch nicht immer den Stempel hoher mathematischer Schärfe an sich, so darf ich doch davon behaupten, daß sie von praktischem Werthe sind; denn nie bin ich bei Ausführung von Hochdruckmaschinen von ihnen verlassen worden. Und wer dürfte sich am Ende auch vermessen wollen, in die Irrwege der Physik und der Naturwissenschaften überhaupt, welche beiden Wissenschaften eine so wichtige Rolle in der Dampfmaschinenlehre spielen, bei dem Standpunkte der Unvollkommenheit, worauf sie noch immer stehn, ein untrüglich leitendes Licht zu stellen? Was vermag die Mathematik auf diesem Irrwege zu ordnen, wenn nicht treue Beobachtung der Natur mit gesunden unbefangenen Sinnen den Weg bahnt, und das Fundament aufbaut, worauf sich das Gebäude stützet? was hilft alles kleinliche Rechnen, was helfen Seiten voll algebraischer Formeln, wenn man am Ende mit einem großen deutschen Rechner denen, die nach den von uns aufgestellten Resultaten arbeiten, rathen muß: sie sol-

Digitized by Google

len, um ſicher zu gehn, nicht buchſtäblich befolgen, was man herausgerechnet, ſondern bedeutend ab- und zuthun nach den Umſtänden, was doch am Ende nichts weiter heißt, als ad libitum verfahren? — So lange ich mich mit dem wirklichen Baue von Hochdruckmaſchinen beſchäftige, habe ich ſtets die Bemerkung gemacht, daß bei einem geſunden Urtheile man ſehr wenig zu rechnen brauche, um zu einem erwünſchten Ziele zu kommen. Ich habe keine Maſchine wie die andere gebaut, habe alle Maſchinen, die ich anlegte, für verſchiedene Zwecke errichtet, habe alſo die Umſtände mannigfaltig modificirt vor mir gehabt, und immer bin ich durch ſehr einfache Mittel zu einem erfreulichen Ziele gelangt, und dieſe hielten auch dann aus, wenn ich auf Schwierigkeiten ſtieß, die mich vom gewöhnlichen geraden Wege ableiteten.

Ich halte es für durchaus zweckwidrig, eine beſondere Form bei der Conſtruction der Hochdruckmaſchinen als Standform empfehlen zu wollen. Einem geübten Baumeiſter müſſen hundert verſchiedene Formen zur Hand liegen. Er wird ſehr weiſe handeln, wenn er nach jedem, durch die Maſchine zu erreichenden, Zwecke, dieſe mit practiſchem Scharfſinne umzuwandeln ſtrebt, und in allen vorliegenden Fällen die Einfachheit des Ganzen auf den höchſt möglichſten Grad zu bringen ſucht. Einfachheit verringert nicht allein die Koſten des Baues, ſondern macht das Werk dauerhafter, und erſpart der Dampfmaſchine eine große Hindernißlaſt, erhöht alſo ihren Effekt, vermindert ihre Feuerung, und ſtellt ihre Vortheile recht heraus. Ein ſolcher Baumeiſter zeigt, daß er ſich über den gewöhnlichen Schlendrian erhebe, daß er bei ſeinem Fache von einem höheren Standpunkte ausgehe, und die höhere Weihe in demſelben empfangen habe. Daß bei allen möglichen Umgeſtaltungen der Form der Maſchine die Hauptelemente ihrer Conſtruction unangetaſtet bleiben müſſen, darf ich wohl nicht erſt bemerken. In der Folge werde ich zu zeigen Gelegenheit haben, wie aber gerade nur das Hochdruckmaſchinenprincip wegen ſeiner großen Einfachheit dergleichen fruchtbare Umgeſtaltungen ohne Schwierigkeiten zulaſſe, und für einige der wichtigern induſtriellen

Digitized by Google

Zwecke zweckmäßige Modificationen der Hochdruckmaschinen angeben. [1])

---

1) Recht widerwärtig war es mir oft, in England zu sehen, wie wenig man in diesem Punkte nach vernünftigen Grundsätzen verfährt. Täglich sieht man dort die absurdesten Combinationen zwischen Dampfmaschinen und den durch sie betriebenen Werken. Eine der gewöhnlichsten ist die, Pumpen durch Dampfmaschinen mit Kreisbewegung zu betreiben. Man verwandelt hier eine geradlinigte Bewegung in eine kreisförmige, um aus dieser wieder eine geradlinigte abzuleiten. Kann man sich einen größern Unsinn denken?! — In allen Dampfmahlmühlen sieht man ferner Dampfmaschinen mit ungeheuren Schwungrädern, da man doch wegen der großen Schwungkraft der Steine mit sehr kleinen, ja oft fast ohne dieselben auskommen kann. Sollten die englischen Maschinenbauer vielleicht in dem Wahne vieler Laien stehen, daß ein Schwungrad an einer Maschine ihre Kraft erhöhe?! In der Folge mehr über diesen Gegenstand.

Digitized by Google

Erſter Abſchnitt.

Beleuchtung und Würdigung des Hochdruck-dampfmaſchinenprincipes. [1])

Wenn wir den Berichten Glauben beimeſſen dürfen, die als die erſte Gelegenheitsurſache zur Erfindung der Dampfmaſchinen das Abſpringen eines Korkpfropfens von einer Waſſerflaſche, die der Marquis von Worceſter [2]) einer zu ſtarken Ofenhitze ausſetzte, angeben, ſo iſt doch wahrlich nicht recht einzuſehen, wie dieſes Ereigniß die erſten Erfinder zum Baue jener Dampfmaſchinen angeregt haben könne, die in der Geſchichte als die erſten dargeſtellt werden, und deren Princip vorzüglich Capitain Savery in wirkliche Anwendung brachte, ich meine jenes Princip, wonach durch Bildung einer durch Dampfcondenſation hervorgebrachten Leere Waſſer gehoben wurde. Ich ſollte meinen, daß ein ſolcher Umſtand eben ſo auf die Idee einer Hochdruckmaſchine hätte führen müſſen, als ſpäterhin ein

1) Dieſer Abſchnitt enthält die früher in Dingler's polytechn. Journale, Band XVIII, Seite 82 von mir gelieferte Abhandlung über dieſen Gegenſtand. Beim Durchleſen dieſer Abhandlung wird man indeſſen finden, daß er dieſe keineswegs wörtlich, ſondern völlig umgearbeitet, und mit den neueſten Anſichten und Erfahrungen von andern und mir, ſo wie mit der ſpäteren Literatur bereichert, wiedergiebt.

2) A century of inventions No. 68. Worceſter's Beſchreibung iſt überſetzt in Desaguliers Physique II, p. 585, in der Biblioth. brittan. T. X, p. 139, in Tredgold u. a. m.

Digitized by Google

durch Dampf gesprengter Flintenlauf bei Oliver Evans [1]) den ersten Plan zur Anwendung hochdrückender Dämpfe auf Maschinen hervorrief. Aber welche sonderbaren Schlüsse werden nicht oft aus Beobachtungen gezogen, und welche unerklärlichen Pläne darauf gebaut. Ich muß gestehen, daß jene Berichte, gerade um der Unerklärlichkeit der Folgerungen, die aus einem so einfachen Ereignisse gezogen seyn sollen, immer sehr große Zweifel bei mir erregt haben, daß der Marquis von Worcester der wirkliche Erfinder der Dampfmaschine sey, was doch die Engländer so gerne annehmen, und allgemein angenommen wissen wollen. [2])

Weit unerklärlicher ist es indessen noch, daß Hochdruckmaschinen überhaupt erst so spät in's Leben gerufen wurden, und daß fast ein ganzes Jahrhundert vergehen konnte, ehe man den einfachern Weg zur Anwendung der Dämpfe auf Maschinen fand. [3]) Immer hatte man sich darauf beschränkt, die Bildung einer Leere durch Dampfverdichtung zu bewirken, um theils Wasser unmittelbar aufzusaugen, oder den Druck der äußern Atmosphäre, oder der Dämpfe von geringer Elasticität auf Cylinderkolben, unter denen man die Leere bildete, wirksam zu machen, und so eine nützliche kraftvolle Bewegung zu verschiedenen technischen Zwecken hervorzubringen. Ein Heer von Erfindungen wurde in diesem Sinne in's Leben gerufen, und man kann nicht leugnen, daß man bei Verfolgung dieses Princips große Fortschritte machte, so daß die darnach gebauten Dampfmaschinen immer zweckmäßiger, kunstgerechter, und ihre

---

1) Man sehe Oliver Evans Lebens- und Leidensgeschichte in Technical Repository, No. 22, Seite 251. Dingler's polytechn. Journal, Band XIII, Seite 134.

2) Stuart descriptive history of the Steam Engine, page 14. Partington historical account of the Steam Engine, page 5.

3) Als ich im Jahre 1815 den ersten Versuch machte, eine kleine Dampfmaschine zu bauen, besaß ich noch nicht die mindeste Kenntniß der bisherigen Dampfmaschinen, ich übersprang in Folge dieser Unwissenheit beinahe das ganze erste Jahrhundert der Dampfmaschinen und meine Maschine wurde: — eine Hochdruckmaschine.

Digitized by Google

Anwendung durch eine umfassendere Construktion auf ein immer größeres Feld ausgedehnt wurde. So viele Männer hier auch als Sterne glänzten, deren Licht nie verschwindet, so umsichtig auch viele derselben verfuhren, so sehr ihre Begriffe durch immer neue Entdeckungen in der Physik und durch eine klarere Ansicht der Natur geläutert, und in der Dampflehre immer mehr aufgeklärt wurden, so lange Zeit verging indessen doch, ehe man den alten Weg zu verlassen wagte, und ihn auch wirklich mit Glück verließ. Oliver Evans war es vorbehalten, einer lange bekannten Erfahrung erst das gehörige Gewicht zu geben, und darauf einen neuen einfachern Plan zur Anwendung der Dämpfe auf Maschinen zu gründen, einen Plan, dessen Fruchtbarkeit kaum zu berechnen ist, der ihm ein ewiges Denkmal errichtet, dessen späte Entwickelung aber auch ein redender Beweis von der so oft von der Erfahrung bestätigten Wahrheit ist, daß der Mensch nur durch ein Labyrinth zum Schlichten und Einfachen komme, und daß selbst auch große Geister nicht frei vom Schlendrian sind.

Lange vor ihm hatten zwar Papin und Leupold schon Hochdruckdampf benutzt, letzterer auch eine wirkliche Hochdruckmaschine in seinem theatro machinarum [1]) vorgeschlagen, ihre Ausführung war indessen unterblieben, wenigstens hat man nie etwas darüber erfahren. Ob Oliver Evans von diesen Vorschlägen Kenntniß gehabt habe, ist ungewiß. Dem mag indessen seyn, wie ihm wolle, er führte auf jeden Fall die ersten Hochdruckmaschinen wirklich, und mit Glück, und Erreichung klar in die Augen springender Vortheile aus, ja er stellte ihr Princip gleich in solcher Vollendung dar, daß ihm später Trevithik und Vivian in Cornwall nur traurig nachstümperten, und weder Erfinder noch Verbesserer der Hochdruckmaschinen genannt zu werden verdienen, so gerne die Engländer sie auch dafür ausgeben mögten. Bedenkt man vollends, unter welchen ungünstigen Umständen Oliver Evans wirkte, und mit welchen Hindernissen er zu kämpfen hatte, so erscheint sein Ver-

1) Theatrum machinarum hydraul. volum. II. Tab. 30.

Digitized by Google

dienſt noch um ſo größer. Auch werden alle Angriffe es nicht zu verkleinern vermögen, die von England aus und anders woher auf ihn gemacht ſind. Man hat vielmehr durch dieſelben nur bewieſen, daß man ihn weder zu verſtehen, noch ſich zu ihm zu erheben vermogte.

Aber gerade dem Umſtande, daß man die Hochdruckmaſchinen und die großen Pläne ihres Erfinders ſo wenig begriff, und ihr Princip ſo unrichtig auffaßte, iſt es zuzuſchreiben, daß dieſe Maſchinen noch immer nicht die gehörige Würdigung und Weihe erfahren haben, obgleich ihre Erfindung und Einführung *in's* praktiſche Leben nun ſchon ſeit 40 Jahren beſteht. Man bezweifelt im Allgemeinen, wie ich ſchon oben erwähnt habe, noch immer ihre Vortheile, ſpricht von ihnen zum Theil als von einer längſt verdammten Sache, räumt ihnen höchſtens nur ſehr unbedeutende und unſichere Vortheile, und zwar nur für gewiſſe Fälle, ein, und ſchreit über die große Gefahr, die ihre Anwendung mit ſich führe. Mehrere Unglücksfälle, an einigen engliſchen unzweckmäßig gebauten und bedienten Hochdruckmaſchinen waren die erſten Begründer der Furcht vor dieſer Gefahr. Man übertrieb ſelbige aber offenbar, wie dies des verſtorbenen Maſchinendirektor und Salinenrath v. Baaders in München Schrift gegen von Reichenbach deutlich beweiſet, und im blinden Eifer hielt man es für ſeine Pflicht, öffentlich in dem Maaße vor ihnen zu warnen, daß ſogar ſchon einzelne Regierungen eine mehrere oder mindere Beſchränkung ihrer allgemeinen Einführung für nöthig erachteten, wenigſtens ihre Anwendung nur unter gewiſſen Bedingungen zuzulaſſen zum Geſetz gemacht haben. Vor allem bezweifelte man aber eine Erſparung von Brennmaterial bei ihrer Anwendung, warf ihnen eine ſchnellere Abnutzung und Zerſtörbarkeit vor, war der Meinung, daß ſie mehr Fett und Schmiere verbrauchten, als die Maſchinen mit niederm Drucke, und was dergleichen Vorwürfe mehr waren. Daß einige dieſer Vorwürfe unter Umſtänden wirklich einiges Gewicht gewinnen, läßt ſich zwar nicht bezweifeln, indeſſen iſt es aber auch entſchieden, daß nur unzweckmäßig gebaute Hochdruckmaſchinen denſelben unterliegen,

Digitized by Google

zweckmäßig construirte aber nicht allein in jeder Hinsicht den Maschinen mit niederm Drucke gleich stehen, sondern dieselben in vieler Hinsicht noch weit übertreffen.

Welches sind nun aber die Mängel der bisherigen Hochdruckmaschinen, wie sind sie beim Bau derselben zu vermeiden, und von welchen Grundsätzen hat man dabei auszugehen, wenn man die gerühmten Vortheile derselben erreichen will? Ich werde diese Frage in vorliegender Schrift so umfassend, als es mir möglich ist, zu beantworten streben, zuerst jedoch in diesem Abschnitte diejenigen Einwürfe, die man gegen die Anwendung der Hochdruckmaschinen gemacht hat, näher vorlegen und prüfen. Bei dieser Prüfung werden dann von selbst die Grundsätze klarer hervortreten, wonach die Hochdruckmaschinen gebaut werden müssen, wenn sie diese Einwürfe entkräften sollen, und aus diesen wieder sich die Vortheile entwickeln, die sie bei einer regelrechten Construction und einer zweckmäßigen Anwendung der Dämpfe in ihnen gewähren.

I.

Ich gehe sogleich zu dem Haupteinwurfe gegen die Anwendung der Hochdruckmaschinen über. Er betrifft die bei denselben obwaltende Gefahr. Man stellte hier die Behauptung auf, daß Gefäße, worin ein Dampf von sehr hoher Elasticität oder Spannung enthalten sei und wirke, eher zersprengt werden müßten, als solche, die einem niedrigern Drucke der Dämpfe ausgesetzt sind. Dieses Argument scheint allerdings sehr begreiflich, überzeugend, springt jedem Laien in die Augen, und dennoch ist es nur bedingungsweise wahr. Ehe ich jedoch hier tiefer eindringe, sey es mir erlaubt, zuerst die Erfahrung, als beste Lehrmeisterin, zu Hülfe zu rufen, und zu untersuchen, welche Gefäße an den Dampfmaschinen bisher Gefahr herbeiführten, und ob diese nur bei Hochdruckmaschinen, nicht aber bei Maschinen mit niederm Drucke, dem Bersten ausgesetzt waren, und Verheerungen anrichteten.

Nirgends findet man in der Geschichte der Dampfmaschi-

Digitized by Google

nen Beispiele, daß an den Maschinen selbst verheerende Explosionen Statt gefunden hätten, selbst bei denen Hochdruckmaschinen nicht, die mit einem sehr bedeutenden Drucke arbeiten. Dampfcylinder und Steurungsorgane, als die einzigen Theile, die in der Maschine der Wirkung der Dämpfe ausgesetzt sind, bewiesen sich stets, selbst bei geringerer Wandstärke, sicher und dauerhaft, was vorzüglich dem Umstande zuzuschreiben ist, daß beide Organe gar keinen zerstörenden Potenzen ausgesetzt sind, daher immer in einem erprobt sichern Zustande verharren, wenigstens nie durch Kolben- und Schieberreibungen in dem Maaße abgenutzt werden, daß ihre Wandstärke dadurch eine bedenkliche Schwächung erlitte. Die Kessel oder Dampferzeugungsorgane der Dampfmaschinen sind also allein der Heerd der Gefahr, verheerende Explosionen fanden nach allen bisherigen Erfahrungen nur an ihnen Statt. Wer dürfte aber hier behaupten wollen, daß nur Hochdruckmaschinenkessel einer solchen Gefahr unterlägen, und daß bei Anwendung der Kessel mit niederm Drucke dieselbe gar nicht obwalte? — Eine solche Behauptung würde weder von der Theorie, noch der Erfahrung unterstützt; denn

1) In jedem Kessel ist eine Ueberfüllung mit Dampf möglich, wenn das Abströmen der Dämpfe aus demselben in ein Mißverhältniß zu seiner Entwickelung tritt, d. h. die Quantität der abströmenden Dämpfe geringer ist, als die der erzeugten, und keine Maaßregeln genommen sind, den Ueberfluß der Dämpfe auf eine genügende Weise abzuführen, oder wenn die für diese Abführung bestimmten Apparate, vornemlich die gewöhnlichen Sicherheitsventile, ihren Dienst versagen, indem sie sich in einem unvollkommenen Zustande befinden. In so fern aber bei den Kesseln mit niederm und höherm Drucke gleiche Sicherheitsmaaßregeln gegen ihre Ueberfüllung mit Dämpfen genommen werden, ist auch bei beiden eine Unvollkommenheit in der Wirkung solcher Apparate denkbar. Die Erfahrung hat dies vielfältig bewiesen. Ja selbst die Füllröhren der Maschinen mit niederm Drucke, die aber auch an den Schiffsmaschi-

Digitized by Google

nen der Art in der Regel fehlen, haben nicht immer die Sicherheit gewährt, die Herr v. Baader ihnen beizulegen bemüht ist [1]). Eine Ueberfüllung der Kessel mit Dampf muß aber immer eine gleiche Wirkung, sowohl bei den Kesseln mit niederm, als bei denen mit höherm Drucke hervorbringen, indem die Stärke ihrer Wände dem in ihnen wirkenden Drucke gemäß eingerichtet wird, und bei beiden endlich der Druck der Dämpfe, worauf der Kessel eingerichtet und probirt ist, doch überschritten werden muß, wenn den Dämpfen der Abzug verstopft ist. Offenbar ist hier aber noch ein Vortheil auf Seiten der Hochdruckmaschinenkessel, der noch nicht einmal gewürdigt ist. Die Steigerung des Dampfdrucks in ihnen muß nämlich schon einen weit höhern Grad annehmen, als bei den Maschinen mit niederm Drucke, wenn der dreifache Druck, worauf jetzt jeder Kessel vor dem Gebrauche geprüft wird, überschritten werden soll. Es gehört nämlich schon eine viel längere Zeit dazu, um in einem Hochdruckkessel den Druck von 8 Atmosphären auf den von 24 Atmosphären zu steigern, als bei einem Kessel mit niederm Drucke den Druck von 4 Pfund auf den Quadratzoll auf 12 zu erheben [2]). Alles dies giebt den Schlüssel zu der Erfahrung der neuern Zeit, daß im Verhältniß eben so viele Kessel mit niederm Drucke als mit hohem, sowohl in England als in Frankreich und Amerika, zersprengt wurden, ja daß in neuester Zeit die Explosionen bei den Kesseln mit niederm Drucke auf eine höchst beunruhigende Weise sich mehren konnten. [3])

---

1) Jos. v. Baaders Bemerkungen über Herrn v. Reichenbach's Verbesserungen der Dampfmaschinen, Seite 24 die Note. Dingler's polyt. Journ. Band XV. Seite 142.

2) Arago macht hierauf schon aufmerksam. Er nennt geradezu die Furcht vor den Hochdruckmaschinenkesseln Vorurtheil. (Echo du monde savant, No. 484. — Dinglers pol. Journ. Bd. LXXIV, S. 440.)

3) Annales de Chimy Decemb. 1822, page 362.
Dinglers polytnech. Journal, Bd. X, S. 370. — Bd. XI, S. 473. —

Digitized by Google

2) Jeder Keſſel, auch der der Maſchinen mit niederem Drucke, wird nach und nach durch ſchädliche Potenzen, vorzüglich aber durch die ſtete Einwirkung des Waſſers und Feuers darauf, zerſtört, die Stärke ſeiner Wände nimmt alſo im Verhältniſſe zum Drucke der Dämpfe in ihm allmählig ab, und wird zuletzt in ein ungünſtiges Verhältniß zu jenem treten, wodurch ein Berſten deſſelben bedingt werden kann. Das Uebelſte iſt, daß dieſe Zerſtörung der Keſſel durch ſchädliche Potenzen hinſichtlich ihrer mehreren oder minderen Fortſchritte, vorzüglich aber die, durch die immerwährende Einwirkung des Feuers bewirkte, bei den verſchiedenen Brennmaterialien auf keine Weiſe genau berechnet werden kann, da viele ungünſtige Umſtände, oft ohne Wiſſen und Schuld des ſie in Aufſicht und Behandlung habenden Individuums, eintreten können, die

---

Bd. XV, S. 139 unten. Während meines Aufenthaltes in England ſprang bei Hull ein Keſſel einer Watt'ſchen Maſchine auf einem kleinen Dampfſchiffe, und mehr als 20 Menſchen wurden theils getödtet, theils hart beſchädigt.

Philosophical Magazine. N. S. N. 2. Seite 126.

London Journal of arts and sciences, April 1827, Seite 93.

Recueil industriel. Decemb. N. 21, Seite 241. Im Auszuge in Dingler's polyt. Journ. Bd. XXXI, Seite 258.

Herald Galignani N. 4743, 4744.

Hebert's Bemerkungen über Dampfkeſſelexploſionen im Register of arts. Novemb. 1830 S. 173. Im Auszuge in Dingler's polyt. Journal Bd. XXXIX, Seite 88, wo Seite 93 einer Keſſelexploſion an einer Watt'ſchen Maſchine erwähnt wird.

Civil engineer and architect's Journal. Auguſt 1838, Seite 283.

Aus dem Franklin Journal in Mechanics Magazine, N. 561, Seite 82.

Bulletin de la société d'encouragement etc. Decemb. 1835, Seite 559.

Partington on the steam engine p. 78.

Biblioth. universelle III, 145.

Girard's Bericht in den Annales de Chimy. Febr. 1823.

Dingler's polytechn. Journal. Bd. X, S. 370. — Bd. XI, S. 473. — Bd. XV, S. 139 unten. — Bd. XXIV, S. 303 und 484. — Bd. XXXVII, S. 67. — Bd. XXVIII, S. 409. — Bd. LII, S. 74. — Bd. LIII, S. 321. — Bd. LVIII, S. 477. — Bd. LX, S. 251 (ganz oben.)

Digitized by Google

die Einwirkung jener Schädlichkeiten zu Zeiten für die Struktur der Kessel nachtheiliger als zu andern Zeiten machen. Zu diesen gehören vorzüglich:

a) das Glühendwerden einzelner Stellen am Kessel bei zu geringem Wasserstande in demselben. An den glühenden Stellen wird dann das Metall, vorzüglich das Eisen schnell oxydirt, [1]) und zwar geht die Oxydation alsdann von beiden Seiten vor sich, indem theils die Einwirkung des Feuers in dieser Hinsicht bei einem glühenden Zustande des Metalles nachtheiliger wird, zumal es bei höherer Erhitzung der Kesselwand die schützende Decke des Russes zerstört, theils aber auch die innere Metallfläche die im Kessel enthaltenen Dämpfe zersetzt, und den Sauerstoff zu einer reichlichen Oxydation verwendet. [2])

b) eine allgemeine oder örtliche zu große Anhäufung von Kesselstein oder erdigem Bodensatze in demselben. Indem nemlich große Lagen von Kesselstein, als schlechte Wärmeleiter, eine gehörige Mittheilung der Hitze ans Wasser des Kessels verhindern oder wenigstens verzögern, häuft sich die Hitze zu sehr im Metalle an, und dieses fängt an zu glühen, vorzüglich wenn die Lagen Kesselstein eine bedeutende Dicke erlangt haben, oder wenn, wie es oft geschieht, diese Lagen von den Wänden des Kessels stellenweise sich abge-

---

1) Eisen, welches eine längere Zeit dem Feuer ausgesetzt war, verliert seine fasrige Textur, und befindet sich in einem crystallisirten Zustande, wird kaltbrüchig. Löwe fand, daß Schmiedeeisen, in der Rothglühhitze längere Zeit den Wasserdämpfen ausgesetzt, ebenfalls crystallisirte, und daß, selbst ohne Zutritt von Wasserdämpfen, die Rothglühhitze allein schon diesen Effekt hervorbringe. Es ist nicht leicht, für dieses Phänomen den Grund in irgend einer chemischen Eigenschaft des Eisens zu finden. Mag aber die Ursache sein, welche sie wolle, die Wirkung ist unbezweifelt vorhanden, und besteht in einer Schwächung der Dehnbarkeit und Cohäsionskraft des Eisens. (Allgemeine Bauzeitung von Förster. 4. Jahrgangs 10—11tes Heft. Seite 368.)

2) vid. Dinglers polyt. Journal, Bd. XXXI, Seite 259.

Digitized by Google

ben, ohne dem Waſſer einen Zutritt zu dem entſtandenen Zwiſchenraume zu geſtatten. Bekommt nun einmal eine ſolche Lage Keſſelſtein einen Riß, und das Waſſer dringt durch den Riß in den Zwiſchenraum ein, und fällt auf das glühende Metall [1]), ſo entſteht eine örtliche Explosion im Keſſel, die gewöhnlich das Abſprengen des Keſſelſteins, nicht allein an der betheiligten Stelle, ſondern oft in einem größern Umfange zur Folge hat, wobei dann, vorzüglich wenn die glühend gewordene Stelle der Keſſelwand von einiger Ausdehnung iſt, eine Art dröhnender Erſchütterung verſpürt wird, die der Struktur des Keſſels höchſt ſchädlich werden kann; zumal da die an der glühenden Wand ſich plötzlich entwickelnden Dämpfe den im Keſſel vorhandenen Dampfvorrath augenblicklich widergeſetzlich vergrößern, und ſo den Druck auf die Keſſelwände ſchnell auf einen gefährlichen Grad heben [2]). Nicht ſelten iſt auf die erwähnte dröhnende Erſchütterung des Keſſels unmittelbar ſeine Explosion erfolgt, wie dies aus mehreren Nachrichten erhellt. In welchem Vortheile hier wieder die Hochdruckmaſchinenkeſſel ſind, in denen, vorzüglich wenn ſie mit beträchtlichem Drucke und nicht zu hartem Waſſer arbeiten, der Keſſelſtein ſich nie ganz feſt an die Wände anlegt, ſondern ſich in lockern Stücken und Schichten anhäuft, die leicht durch ein Schabeiſen von ihren Wänden abzukratzen ſind, oft nicht einmal des Abkratzens bedürfen, indem ſie völlig mobil ſind, leuchtet in die Augen.

c) Beſchädigung deſſelben durch unvorſichtiges Reinigen.

---

1) vid. Payen's Ueberſetzung von Perkin's Abhandlung über das Springen der Dampfkeſſel im Bulletin de la société d'encouragement pour l'industr. nat. N. 274, pag. 114 und Dingler's polytechn. Journ. Bd. XXV, S. 353.

2) Bulletin de la société d'encouragement etc. N. 284, p. 114.

Digitized by Google

Wer einmal der Reinigung gewöhnlicher Dampfkessel zugesehn, und das gewaltsame Klopfen, Hämmern und Meißeln an den von Kesselstein belegten Wänden derselben beobachtet hat; wer da weiß, welchen unvorsichtigen und plumpen Menschen dieses Geschäft, oft ohne alle Aufsicht, überlassen wird, und bedenkt, wie gerade diejenige Fläche des Kessels, die zugleich durch die Einwirkung des Feuers leidet, sich hier unter eine so gewaltsame Behandlung fügen muß, der wird mir beistimmen, wenn ich eine solche Reinigung als eine der Haupturſachen einer öftern baldigen Zerstörung der Kessel aufführe.

d) Eine schädliche Spannung zwischen verschiedenen Kesseltheilen, wodurch Risse und Beschädigungen, vorzüglich in den Winkelverbindungen des Kessels hervorgebracht werden [1]). Dieser Gefahr sind vorzüglich diejenigen Kessel ausgesetzt, die mit einem durchlaufenden Feuerzuge oder mehreren dergleichen versehen sind, welche sich gegen den äußern Mantel ungleich in der Hitze ausdehnen. Da solche Feuerzüge oft nur wenige Zolle unter dem gesetzlichen Wasserspiegel liegen, so ist eine Entblößung derselben vom Wasser sehr leicht möglich. In diesem Falle werden sie mehr als der Mantel erhitzt, und dehnen sich dann stärker als dieser aus, wobei jene schädliche Spannung an den Verbindungsstellen zwischen beiden eintreten muß. In den meisten Fällen hat man bei Explosionen solcher Kessel sie an diesen Stellen abgerissen gefunden.

Wie selten aber solche, die Zerstörung und Explosion der Dampfkessel bedingenden und befördernden Umstände, selbst von Sachverständigen, vorher bemerkt

---

1) Philosophical Magazine, Junius 1827, pag. 403—408. Uebersetzt in Dingler's polyt. Journ. Bd. XXV, Seite 281 und 282. Aus dem Sunderland Herald im Mechanic's Magazine, N. 650. Dingler's polytechn. Journ. Bd. LX, S. 1.

worden, wie schwierig selbst bei einer plangemäßen und kunstgerechten Untersuchung der jedesmalige Zustand des Kessels und seine mehrere oder mindere Zerstörung beurtheilt werden kann, lehrt die Erfahrung, indem wir Beispiele haben, daß Kessel sogar gleich nach einer solchen kunstgemäßen Untersuchung gesprungen sind, wie dies bei dem Dampfboote Aetna in Amerika, und bei mehreren anderen Dampfmaschinen von höherm und niederm Drucke der Fall gewesen ist [1]).

3) In jedem Kessel kann bei niedrigem Wasserstande ein von der Flamme bestrichener Theil seiner Wände von Wasser entblößt werden, indem die Speiseapparate ihren Dienst versagen können. Dieser Theil wird dann leicht glühend und erzeugt (in eisernen Kesseln) durch Zersetzung des Dampfes Wasserstoffgas. Diesem Wasserstoffgase hat man lange Zeit eine bedeutende Rolle bei den Explosionen der Kessel eingeräumt, und räumt sie ihm zum Theile noch ein [2]), indem man annimmt, daß es im Kessel sich entzünden und explodiren könne. Da indessen, um Wasserstoffgas zur Explosion zu bringen, der Zutritt der atmosphärischen Luft unerläßlich ist, so ist doch eigentlich schwierig einzusehen, wie solche in der Quantität in den Kessel gelangen solle, daß die Gasexplosion erfolgen könne. Derjenige Antheil Luft, der etwa mit dem Speisewasser in den Kessel gelangt, ist zu unbeträchtlich, als daß er einer Erwähnung verdiente, und ein Zutritt von Luft in den Kessel durch die gewöhnlichen Luftventile wäre nur bei Maschinen mit niederm Drucke möglich, bei denen mit

---

1) London Journal of arts and sciences. Julius 1824. Dingler's polyt. Journ. Bd. XV, S. 139.
Civil engineer and architect's Journal. August 1838, p. 283.

2) Im Mechanic's Magazine N. 448, p. 412 vertheidigt Herr Mackinnon noch sehr diese Hypothese. Ein gleiches thut Janvier in seinem neuern Werke über die beste Construction und Einrichtung der Dampfschiffe und der auf denselben anwendbaren Dampfmaschinen u. s. w. Ins Deutsche übersetzt von Dr. C. H. Schmidt, Seite 70.

Digitized by Google

hohem Drucke aus leicht begreiflichen Gründen nicht. Aber bei Maſchinen mit niederm Drucke ſetzte er auch eine ſolche Abnahme der Dampfſpannung im Keſſel voraus, daß die Dämpfe unter den Druck der Atmoſphäre herabſänken, was während der Arbeit der Maſchine doch nicht leicht möglich iſt. Schwer iſt aber auch zu begreifen, wie eine bedeutende Anhäufung von Waſſerſtoffgas im Keſſel überhaupt Statt finden ſolle, da das Gas ja fortwährend mit den in die Maſchine ſtrömenden Dämpfen fortgeſchafft werden müßte [1]), zumal es ſpecifiſch leichter als die Dämpfe iſt, und immer den obern Theilen des Keſſels zueilen würde, an welchen das Dampfrohr für die Leitung der Dämpfe in die Maſchine angebracht iſt. Uebrigens iſt es aber auch noch ſehr problematiſch, ob ein mit Dämpfen gemengtes Gas beim Zutritt von atmoſphäriſcher Luft überhaupt explodire. Dem ſei nun, wie ihm wolle. Gasexploſionen in Keſſeln bleiben immer ſehr ungewiß, wenigſtens ſind in neuerer Zeit mehr Gründe dagegen, als dafür aufgeſtellt [2]). Wahrſcheinlicher, und mit unſern bisherigen phyſikaliſchen Anſichten mehr im Einklange, bleibt immer die neuere Erklärung der aus zu niedrigem Waſſerſtande entſtehenden Exploſionen, wonach ein plötzliches Wiederbedecktwerden der glühenden Wände [3]) mit Waſſer als die Urſache einer ſehr großen momentanen Dampfentwickelung angeſehn wird,

---

1) Mechanic's Magazine N. 561, p. 82. Ueberſ. in Dingler's polyt. Journal Bd. LIII, S. 325.

2) l. c. N. 786, p. 373. Dingler's polytechn. Journ. Bd. LXX, Seite 161.

3) Sowohl Eiſen als Kupfer entwickeln bei Rothglühhitze eine große Menge Dampf. 10 Pfund Kupfer, die im Dunkeln nur kaum rothglühen, verwandeln nach Adam Hall 1 Pfund Waſſer in Dampf, der bei dem gewöhnlichen atmoſphäriſchen Drucke ein Volumen von 27 Kubikfuß annimmt. (vid. Mechan. Magaz. und Dinglers polyt. Journ. l. c. S. 325 die Note unten.)

Nach Mareſtier (am weiter unten angeführten Orte) können 4 Ki-

Digitized by Google

gegen die keine der bisherigen Sicherheitsmaßregeln Gewähr leistet, indem die plötzlich entstehende Masse höher gespannter Dämpfe aus den Oeffnungen der Sicherheitsventile keinen genügenden Ausweg finden kann. Ein momentanes Wiederbedecktwerden der glühenden Wände mit Wasser ist aber aus vielen Rücksichten erklärlich, vorzüglich in dem Falle, wenn durch plötzliche Verminderung des Druckes der Dämpfe im Kessel, etwa durch zu starke Oeffnung eines Sicherheitsventiles mit der Hand, oder durch einen temporär gesteigerten Dampfverbrauch von Seiten der Maschine, das Wasser in eine widernatürliche aufwallende Bewegung geräth [1]). Explosionen, die schnell nach Oeffnung eines Sicherheitsventils entstanden, indem man bei der Bemerkung eines zu geringen Wasserstandes den Dampf aus dem Kessel abzulassen strebte, oder

---

logramm rothglühendes Eisen ein Kilogr. Wasser in Dampf verwandeln, also 425 Liter Dampf erzeugen.

Bulletin de la société d'encourag. pour. l'Ind. nat. Novemb. 1837. p. 437. Dingler's polyt. Journ. Bd. LXVIII, S. 81.

Man vergleiche hier noch Professor Johnson's in Philadelphia Abhandlung über die dampferzeugende Kraft verschiedener Metalle. (aus Silliman's American Journal im Mechan. Magaz. N. 453. p. 26. Im Auszuge in Dingler's polyt. Journ. Bd. XLIV, S. 439.). Nach ihm stößt weißglühendes Eisen das Wasser zurück, und verwandelt 9 Pfund Eisen, welches so rothglühend ist, daß man sein Glühen bei Tage eben bemerken kann, 1 Pfund Wasser in Dampf. Er fand, daß Gußeisen bei gleicher Temperatur mehr Dampf erzeuge, als gehämmertes Eisen, indem ersteres 1 Pfund Dampf auf 8¼ Pfund Eisen entwickelt.

Armstrong practical essay on Steam Engine boilers. Dingler's polytechn. Journ. Bd. LXIX, S. 1.

2) vid. Jobard's Abhandlung über Explosionen der Dampfkessel im Receuil industriel. Novemb. 1837, pag. 109. (Im Auszuge im Dinglerschen polyt. Journ. Bd. LXVIII, S. 331.) Bei plötzlicher Aufhebung des Druckes der Dämpfe im Dampfkessel durch Oeffnung des Sicherheitsventils mit der Hand erhebt sich, wie Jobard versucht hat, das Wasser kegelförmig bis zum Ventil, und fällt plötzlich zurück, so wie man dieses wieder schließt, wobei ein Ueberwogen über die rothglühenden Kesselwände unausbleiblich ist.

Digitized by Google

denen grade eine verminderte Dampfspannung und Geschwindigkeit im Gange der Maschine vorherging, sprechen sehr für diese Ansicht [1]). In wie weit aber starke Kesselwände im glühenden Zustande plötzlich große, eine Explosion begünstigende Dampfmassen erzeugen können, haben Marestier [2]), Thomas Earle [3]) und Professor Hare [4]) in Amerika durch Berechnungen, Erfahrungen und Versuche sehr klar vor Augen gelegt, auf deren Abhandlungen ich verweise.

Solchen Entblößungen der Wände vom Wasser sind aber vorzüglich diejenigen Kessel ausgesetzt, die mit schlechten Speiseorganen und Anzeigern für den Wasserstand ausgerüstet sind, wie es leider bei sehr vielen, vorzüglich den Maschinen mit hohem Drucke der Fall ist. Auch unterliegen ihnen leicht alle diejenigen Kessel, die mit innern Feuerröhren versehen, oder deren Wasserräume zu flach und zu eng sind, und von beiden Seiten vom Feuer bestrichen werden. Wie ich schon oben erinnert habe, liegen jene Feuerröhren selten tief genug unter Wasser, und dieses tritt oft von ihnen zurück, wenn sein Spiegel etwas sinkt; in zu engen Wasserräumen und Kammern wird das Wasser aber leicht in zu starke Wallungen gesetzt und ausgetrieben, wie dies häufig bei den Schiffs- und neuen Lokomotivkesseln der Fall sein mag. Ein in Hull gesprungener Schiffskessel, von dessen Bersten im civil engineer and architect's Journal, Aug. 1838. p. 283. Nachricht gegeben wird und dessen Veränderung nach dem Bersten daselbst vorgestellt ist, giebt

---

1) Dingler's polytechn. Journ. Bd. XV, S. 139. — Bd. XXXI, Seite 258.

2) Receuil industriel. Decemb. N. 21. p. 241. (Im Auszuge im Dingler'schen polyt. Journ. Bd. XXXI, S. 257.

3) Repertory of Patent inventions, Supplement. Jan. 1832. p. 424. Dingler's polyt. Journ. Bd. XLIII, S. 242.

4) Receuil de la société polytechnique, N. 2. Februar 1834. p. 96. Dingler's polyt. Journ. Bd. LII, S. 81.

Digitized by Google

ein recht deutliches Bild einer ſolchen unzweckmäßigen Conſtruction. In ihm vereinigen ſich beide Unvollkommenheiten in einem Punkte, und ſeine zuſammengedrückten innern Feuerröhren ſind ein redender Beweis, daß ſie, nachdem das Waſſer aus den ſchmalen, ſie umgebenden Waſſerkammern ausgetrieben war, eine zu ſtarke Erhitzung erfuhren, wodurch ihre Wände erweicht wurden, und dem Drucke plötzlich nachgaben. Leider trifft den größten Theil der gewöhnlich üblichen Schiffskeſſel der Vorwurf zu enger, und zu flach unter dem Waſſerſpiegel liegender Waſſerkammern [1]) Bei ihnen wird die Entblößung der Feuerzüge von Waſſer noch durch die Schwankungen des Schiffs beſonders begünſtigt, das, vorzüglich wenn Segel angewendet werden, bald mehr auf der einen, bald auf der andern Seite liegt, wo dann die ganze Waſſermaſſe des Keſſels nach dieſer Seite ſinkt [2]). Beim Aufrichten des Schiffs oder beim Umlegen deſſelben ſtürzt dieſelbe dann plötzlich über die in ſeiner vorigen Stellung entblößten und glühend geheitzten Feuerzüge [3]), in welchem Falle eine Exploſion um ſo mehr zu fürchten iſt, je länger und ſchiefer das Schiff auf einer Seite lag, und je mehr Zeit die durch ſeine Schieflage entblößten Feuerzüge gewannen, die Glühhitze anzunehmen [4]); dieſerhalb

---

1) Eine Menge amerikaniſcher Schiffskeſſel mit dieſer unzweckmäßigen Form ſind in Mareſtier memoire sur les bateaux a vapeur des états unies d'Amerique, pag. 124, planch. IX. vorgeſtellt. Keſſel anderer Schiffsmaſchinen findet man beſchrieben und abgebildet in Prechtl's technologiſcher Encyclopädie, Artikel Dampfſchiff, in Verdam's Grundſätze, nach welchen alle Arten von Dampfmaſchinen zu beurtheilen und zu erbauen ſind, und vorzüglich in Tredgold's Werk, betitelt: the steam engine, its invention and progressive improuvement and investigation of its principles and its application to navigation, manufactures and railways.

2) Dingler's polytechn. Journ. Bd. XXXXII, Seite 149.

3) l. c. Bd. XXXI, Seite 260.

4) Das Schwanken der Waſſermaſſe in den großen kaſtenförmigen, bisher immer noch beliebten Schiffskeſſeln bringt dieſen Keſſeln aber auch noch Gefahr wegen des großen Gewichtes des herumgeworfenen Waſſers,

Digitized by Google

sind bis jetzt auch die meisten Dampfkesselexplosionen auf Schiffen vorgekommen, während man äußerst selten von ihnen bei Landmaschinen hört. Da fast alle Schiffskessel, sowohl die für höhern als niedern Druck, mit unzweckmäßig construirten Feuerröhren und engen zwischen denselben liegenden Wasserkammern versehen sind, so wird bei beiden immer gleiche Gefahr obwalten, ja die Erfahrung der jüngsten Zeit hat sogar gezeigt, daß die Kessel mit niederm Drucke mehr den Explosionen ausgesetzt waren, als die mit hohem Drucke, daß Herr v. Baader also völlig Unrecht habe, wenn er eine Explosion an solchen Kesseln für unmöglich erklärt [1]). Ein Grund, daß die Schiffskessel mit niederm Drucke bei solcher Construction in Hinsicht der Sicherheit den gleich construirten Hochdruckkesseln nachstehn, ist leicht in dem Umstande gefunden, daß in einem Kessel mit niederm Drucke das Wasser viel stärker wallt, und daher enge Wasserkammern viel leichter verläßt, als in den Hochdruckkesseln, wo die Wallungen verursachenden Dampfbläschen ein viel

---

das oft einzelne Theile des Kessels schädlich erschüttert, die Nietungen löset, und einzelne Röhren vom Kessel absprengt (z. B. die Dampf- und Speiseröhren). Vid. Recueil industriel, Jan. 1831. pag. 1. Februar. pag. 89. März pag. 155. Dingler's polyt. Journ. Bd. XLIV, S. 420.

1) Herr Seguier behauptet deshalb im Echo du monde savant, N. 24, p. 178. (Dingler's polyt. Journ. Bd. LXIX, S. 249) auch unverholen, daß er die Kessel mit niedrigem Drucke für die gefährlichsten halte.

Bis zum Jahre 1834 waren in Amerika nur 20 Explosionen an Hochdruckmaschinen vorgekommen, während an Maschinen mit niederm Drucke 32 Statt gefunden hatten, und jedem dürfte bekannt sein, wie ausgebreitet die Hochdruckmaschinen in Nordamerika, namentlich in den westlichen Staaten sind. (vid. Bulletin de la société d'encouragement etc. Decemb. 1835, p. 559. Dingler's polyt. Journal Bd. LX, S. 250.

In neuster Zeit haben die Dampfschiffeigenthümer in Nordamerika dem Congresse eine Denkschrift gegen das neue Dampfschifffahrtsgesetz eingereicht, worin sie beweisen, daß seit Einführung eines höhern Dampfdruckes die Anzahl der Unglücksfälle sich nicht allein nicht vermehrt, sondern ganz außerordentlich vermindert habe (Vid. Allgemeines Journal für Industrie, Handel und Schifffahrt, 1840, N. 38, S. 145.)

Digitized by Google

geringeres Volumen einnehmen, daher nicht so viel Waſſer vor ſich her- und aus engen Räumen austreiben.

Aber auch die ſo häufig angewandte Kaſtenform der Keſſel für niedern Druck mit graden Seitenwänden begünſtigt vielfältig Waſſermangel in denſelben und die dadurch entſtehenden Exploſionen, vorzüglich wenn innere Feuerzüge zugleich angewandt werden, wie dies bei den Schiffskeſſeln der Fall iſt. Die flachen Seiten bauchen ſich nemlich leicht bei ſteigendem Drucke im Keſſel aus, und der kubiſche Inhalt des Keſſels wird in dem Maaße dadurch vergrößert, daß das vorhandene Waſſer ihn nicht mehr bis zur geſetzlichen Höhe füllen kann, ſondern unter das Niveau der innern Feuerzüge fällt, und dieſe entblößt. Vermindert ſich dann der Druck im Keſſel, und nehmen die ausgebauchten Wände in Folge der verminderten Preſſung die alte Form wieder ein, ſo ſteigt das Waſſer plötzlich über die entblößten Feuerzüge und die Gefahr iſt vor der Thür [1]).

Es iſt hier die beſte Gelegenheit gegeben, noch mehrere Hypotheſen anzuführen und zu beleuchten, die aufgeſtellt ſind, um die verſchiedenen Dampfkeſſelexploſionen genügend zu erklären. Sie gehören um ſo mehr hieher, als auch durch ſie die Hochdruckmaſchinenkeſſel kein gefährlicheres Anſehn gewinnen, als die Keſſel mit niederm Drucke, ſie alſo dazu beitragen, den mir oben vorgeſteckten Zweck zu erreichen.

Zu dieſen Hypotheſen gehören nun:

a) Die des Herrn Jakob Perkins in London [2]). Bekannt war es ſchon längſt, daß Dampf mit einem Ueberfluſſe von freier Wärme verſehen werden kann [3]),

---

1) Bulletin de la société d'encourag. Novemb. 1837. pag. 437. — Dingler's polytechn. Journ. Bd. LXVII, S. 83.

2) Man ſehe deſſen Abhandlung über das Berſten der Dampfkeſſel, überſetzt im Dinglerſchen polyt. Journ. Bd. XXIV, S. 484.

3) Ich empfehle hier zu vergleichen eine Abhandlung von Hazard aus dem Franklin Journal in Gill's technical Repository, Octob. 1827, p. 203 aufgenommen, und im Dinglerſchen pol. Journ. Bd. XXVI ins

wenn der Raum, worin er enthalten ist, von außen erhitzt wird, wie es z. B. in Kesseln leicht geschehen kann, worin das Wasser zu niedrig steht, und deren Wände dann stellenweise glühend werden. Das in solchen Kesseln vorhandene Wasser begünstigt einigermaßen diese Ueberhitzung der Dämpfe, in so ferne es, als schlechter Wärmeleiter, die Hitze von oben nach unten nur sehr langsam durchläßt, wenn es ruhig steht. Herr Perkins will gefunden haben, daß solche überhitzte Dämpfe verhältnißmäßig nur wenig an Spannung und Elasticität gewinnen, daß sie indessen plötzlich ihre überschüssige freie Wärme zur Bildung eines großen Quantums hochdrückender Dämpfe hergeben können, wenn Wasser bei vermindertem Drucke im Kessel aufwallt oder gar überkocht und schäumt, und auf diese Weise mit den überhitzten Dämpfen durch größere Zersplitterung und Zertheilung in günstige Berührungspunkte tritt. Auf solche Art, meint Herr Perkins, könne eine plötzliche Ueberladung des Kessels mit Dämpfen grade durch eine vorhergehende zu schwache, und dem Bedürfnisse der Maschine unangemessene Dampfentwicklung entstehen oder vorbereitet werden, die durch keine der bisherigen Sicherheitsmaßregeln zu heben sein würde [1]).

Deutsche übersetzt, wo angeführt wird, daß durch solche überhitzte Dämpfe Kienholz auf der Decke eines Dampfkessels angezündet wurde, und in Flammen aufging, in der Dampfmaschine sogar Bleigefüge geschmolzen wurden. Ich selbst habe es schon einige Male erfahren, daß Zinnlöthungen am Dampfrohre durch überhitzten Dampf schmolzen.

1) So viel diese Erklärung der Dampfkesselexplosionen zur Sprache gekommen und gebilligt ist, so kann ich meinen Theils doch durchaus noch nicht in's Reine damit kommen; denn

a) Sollte der mit Hitze überladene Dampf eines Kessels während des Ganges der Maschine nicht mit in diese übergehen, und sich in dem Maaße erschöpfen, als er erzeugt wird? Würde er bei seinem Uebergange in die Maschine nicht in dieser so bedeutende Störungen an den Steuerungsapparaten, z. B. an den gewöhnlichen Zugventilen (stides) und

Digitized by Google

b) Eine zweite Hypotheſe iſt die des Herrn Philipp Taylor (Philosophical Magazine N. S. N. 2, p.

---

den Liederungen der Kolben und der Stopfbüchſe anrichten, daß dieſe im Gange der Maſchine ſogleich bemerklich würden? —

b) Auf welche Weiſe ſoll das Waſſer des Keſſels bei regelmäßig fortgeſetzter Feurung deſſelben, auf den Grad der Zertheilung gebracht werden, daß es die gefährliche Verbindung mit dem Wärmeſtoffe der überſättigten Dämpfe plötzlich und in dem Umfange eingehen kann? Ein Ueberwallen iſt bei regelmäßiger Feurung, bei gewöhnlicher Conſtruction der Keſſel, und bei einem richtigen Gange der Maſchine ſchwerlich anzunehmen, indem der Druck der Dämpfe aufs Waſſer unter dieſen Umſtänden nicht in dem Grade vermindert werden kann, als zur Hervorbringung eines ſo plötzlichen Aufwallens und Aufſchäumens darin erforderlich ſein dürfte. Eine ſolche Verminderung des Drucks würde der Gang der Maſchine oder ihr Stillſtand nämlich ſogleich verrathen. Das dem Keſſel zugeführte Speiſewaſſer wird aber tief unter den Waſſerſpiegel deſſelben geleitet. Und ſollte die Mittheilung der Hitze überſättigter Dämpfe an den Waſſerſpiegel des Keſſels ſo ſchwierig ſein, zumal da dieſer beim Wallen fortwährend in Bewegung iſt? Würde der Ueberfluß an Wärme ſich nicht in dem Maße wieder erſchöpfen, als er entſteht? Warum wirkt doch der Dampf in der alten Savery'ſchen Maſchine nicht eher auf den gehobenen Waſſerſpiegel ihrer Recipienten, als bis dieſer die Temperatur der Dämpfe ſelbſt angenommen hat, und geſchieht hier die Mittheilung nicht ſehr ſchnell und lebhaft? Hat man doch auch Siedepfannen, wo die Hitze des Ofens über die zu verdampfende Flüſſigkeit geleitet wird.

c) Einige, an meinem in London erbauten Dampfentwicklungsapparate gemachte, Erfahrungen ſcheinen mir aber auch offenbar dagegen zu ſprechen. Wenn nämlich angenommen werden muß, daß bei einer temporären Hemmung der Einſpritzung in denſelben, die darin verbleibenden Dämpfe durch die Einwirkung der oft von mir gefliſſentlich bis 800° Fahrenh. erhitzten Metallmiſchung auf jeden Fall bedeutend überhitzt worden ſind, ſo habe ich dennoch nie etwas einer Exploſion Aehnliches vernommen, wenn darauf die Einſpritzung von Waſſer wieder begann, vielmehr mußte oft längere Zeit wieder Waſſer eingeworfen werden, ehe Dampfſpannung genug entſtand, um die Maſchine von Neuem in Gang ſetzen zu können. Sehr häufig habe ich während fortgeſetzter höchſt reichlicher Einſpritzung den Dampf völlig unſichtbar aus dem Sicherheitsventile fahren, und ſehr anhaltend ſtrömen hören, was mir viele Augenzeugen in London bewahrheiten müſſen; ja dieſer höchſt heiße Dampf fuhr oft ſogar fort auszublaſen, wenn der Generator alle Zeichen von

Digitized by Google

126). Sie scheint sich indessen weniger auf das Zerspringen der Dampfkessel selbst, als auf ein gefährli-

---

Ueberladung mit Wasser von sich gab. Sollten diese Dämpfe nicht gesättigt gewesen sein? Oder hätte sie das im Generator fast in einen Staubregen verwandelte zu verdampfende Wasser nicht sättigen können? — Wenn Herr Perkins den mit freier Wärme übersättigten Dämpfen so wenig Ausdehnungskraft zuschreibt, als er es in seiner Abhandlung thut, warum beschleunigen Dampfmaschinen bei niedrigem Wasserstande in ihrem Kessel gewöhnlich ihren Gang? — Hiervon habe ich mich sehr häufig selbst überzeugt.

a) Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß die geringe Menge Dampfes, die in den Kesseln enthalten ist, viel Wärmestoff mittheilen kann, da es ja nur die freie Wärme derselben ist, die hier in Betracht kommt. Man vergleiche hier, was Thomas Earle (Repertory of Patent Inventions, Supplement, Januar 1832 pag. 424. darüber sagt. Er berechnet, daß diese freie Wärme nicht genüge, um aus dem aufschäumenden Wasser eines Dampfkessels so viel Dampf zu entwickeln, um eine Explosion zu verursachen. Er sagt an der angeführten Stelle wörtlich so:

Der Dampf und alle Gasarten nehmen bekanntlich bei gleicher Temperaturerhöhung ziemlich gleich an Volumen zu. Man weiß ferner, daß die Gasarten und der Dampf mit jedem Grade Fahrenheit, um welchen ihre Temperatur steigt, sich um ohngefähr $\frac{1}{480}$ des Volumens, das sie bei 32° F. einnahmen, weiter ausdehnen. Ueber 212° hinaus, würden sie also mit jedem Grade um $\frac{1}{480}$ des Volumens, welches sie bei dieser Temperatur einnahmen, zunehmen. Wenn daher ein Maaß Dampf von 212° um 660 Grade stärker erhitzt wird, so muß es 2 Maaß unter demselben Drucke geben oder seine Kraft verdoppeln.

Wenn wir ein Gallon Wasser von 212° F. noch 960 Wärmegrade ertheilen, so werden wir ohngefähr 1700 Gallons Dampf unter atmosphärischen Drucke erhalten; kommen noch 960 Wärmegrade und 1 Gallon Wasser hinzu, so vermehren wir den Dampf auf 3400 Gallons, während, wenn in letzterm Falle die Wärme nur dem schon gebildeten Dampfe ertheilt worden wäre, 663 Grade hingereicht haben würden, um den Dampf auf 340 Gallons zu vermehren. 960 + 960 = 1920 Wärmegrade brachten also im ersten Falle keine größere Wirkung hervor, als 960 + 663 = 1623 Wärmegrade im zweiten. Wenn zu schon gebildetem Dampfe Wärmestoff hinzukommt, so ist er also wirksamer als dieselbe Quantität Wärme, wenn sie zu heißem Wasser hinzukommt: und die Erklärung der Explosion durch Wasser, welches in Dampf verwandelt wird, indem es anderm Dampfe den

Digitized by Google

ches Herauswerfen derselben aus dem Ofen zu beziehen. Wenn nämlich beim Schlusse der gewöhnlichen Register am Schornsteine im Ofen eine Quantität Kohlengas aufgestaut, und beim Oeffnen des Schürlochs, oder bei Einwirkung anderer Umstände, mit demjenigen Antheile atmosphärischer Luft ver-

---

Wärmestoff entzieht, kann nicht richtig sein; es müßte denn die specifische Wärme des Dampfes bei gleichem Gewichte viel größer sein, als die des Wassers; oder mit andern Worten, es müßte eine viel größere absolute Quantität Wärmestoff nöthig sein, um die Temperatur eines Pfundes Dampf um einen Grad zu erhöhen, als erforderlich ist, um 1 Pfund Wasser um einen Grad zu erwärmen.

Dr. Crawford schloß aus seinen Versuchen, daß die specifische Wärme des Dampfes um 50 Procent größer als die des Wassers ist. Wenn sich dieses so verhielte, müßte die Wirkung einer gewissen Quantität Wärmestoff, wenn sie zu Dampf oder heißem Wasser hinzukommt, sich beinahe gleich sein. Nach den neuern Versuchen von Delaroche und Berard hingegen, welche mehr Zutrauen verdienen, ist die specif. Wärme des Wassers größer als diejenige des Dampfes, und zwar im Verhältnisse von 1,000 : 0,847. Hieraus würde hervorgehen, daß Wärme an Dampf abgegeben, eine fast doppelt so große Wirkung hervorbringt, als wenn man sie benutzt, um mehr Dampf zu erzeugen. Wir mögen übrigens den Angaben des Herrn Crawford oder denjenigen von Delaroche und Berard folgen, so wird sich immer ergeben, daß keine Explosion dadurch hervorgebracht werden könne, daß man Wasser (und sollte es auch eine Temperatur von 212° F. haben) in stark erhitzten Dampf pumpt, wenn nicht andere Ursachen mitwirken.

Auch Dulong rechnet in einem Berichte, den er in der Academie der Wissenschaften in Paris über die Seguier'schen Dampfentwickler macht, heraus, daß durch Einspritzung von Wasser in überhitzten Dampf eines Kessels oder Erzeugers nicht allein keine Explosion, sondern sogar eine Verminderung des Dampfdruckes entstehe. (vid. Receuil industriel, Jan. 1831 p. 1, Febr. p. 89, März p. 155, Dingler's polytechn. Journal Bd. XLIV S. 428, 429, 426, 431 und 432.)

Die Richtigkeit dieser Rechnung ist endlich vollkommen bestätigt durch Arago und durch diejenigen Versuche, welche im Auftrage des Finanzdepartements der vereinigten Staaten von einer Commission des Fränklin-Institutes in Pensylvanien über die Explosionen der Dampfkessel angestellt wurden. (vid. Mechan. Magazine N. 666. etc. Dingler's polyt. Journ. Bd. LXI, S. 339 seq.)

mischt wird, der es in Knallluft verwandelt, so kann bei der durchs Feuer herbeigeführten Explosion desselben der Kessel leicht empor geschleudert werden, da in manchen Fällen die Oeffnung des Schürlochs nicht groß genug sein dürfte, um die Wirkung der Explosion zu erschöpfen. Mir scheint der hier angeregte Vorgang gleichbedeutend mit dem in Deutschland sogenannten, und oft besprochenen, Feuerwolfe zu sein, den man häufig bei schlecht ziehenden Oefen, vorzüglich Backöfen, wahrgenommen, und dessen zerstörende Wirkungen man nicht selten fälschlich durch Entladung elektrischer Materie zu erklären gesucht hat. Uebrigens ist demselben, so wie der vorher berührten Gefahr durch zweckmäßige Maaßregeln sehr leicht aus dem Wege zu gehen, sobald man nur von richtigen Grundsätzen dabei ausgeht.

c) Herr Cavalier. Morosi stellt die sonderbare Behauptung auf [1]), daß das Bersten der Dampfkessel nicht so sehr von einer zu großen Spannung der darin eingeschlossenen Dämpfe, als vielmehr von einer rückgängigen Bewegung derselben in dem Augenblicke, wo der Kolben im Dampfcylinder stille steht, um die Richtung seiner Bewegung zu ändern, herrühre. Die ganze Dampfkraft, behauptet er, würde dann in ihrer Bewegung aufgehalten, und stürze mit Gewalt in den Kessel zurück, wie im hydraulischen Widder das Wasser, und stoße als fester Körper an die Wände des Kessels. Nach seiner Berechnung soll dieser Stoß einer Wassersäule gleich sein, die den Kessel zur Grundfläche und eine mit dem Drucke des Dampfes gleichmäßige Atmosphärenhöhe hat, und mit gleicher Schnelligkeit sich bewegt. Es geschehe hier dasselbe, sagt er, was bei dem Sprengen der Röhren durch Flüssigkeiten von hoher Höhe herab geschieht. Bei

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. XXIV, S. 464.

Dampfmaschinen von hohem Drucke soll diese Gefahr nach seiner Meinung weit größer, als an denen mit niederm Drucke sein. Er will gefunden haben, daß ein Kessel einer solchen Maschine, die nur mit einem Drucke von 2 Atmosphären arbeitet, eine Stärke besitzen muß, die einen Druck von 15 Atmosphären auszuhalten vermag, wenn er einem solchen Stoße widerstehen soll. Selbst die sogenannten Sicherheitsklappen sollen, nach seiner Ansicht, sogar zur Veranlassung der Berstung beitragen, indem sie grade in dem Augenblicke den Dampf zurückjagen, wo er entweichen will. (Dies verstehe ich nicht.) Zur Vermeidung dieses Uebelstandes schlägt er allerlei Mittel vor, die man im polytechnischen Journale l. c. nachlesen kann.

Was ich von dieser sonderbaren Hypothese halte, und was jeder Praktiker im Dampfmaschinenfache von ihr halten könne, habe ich einigen widerlegenden Zeilen des Dingler'schen polyt. Journals, Band XXXII. S. 396. anvertraut, wo diejenigen es nachlesen können, die sich dafür interessiren sollten [1]).

---

1) In neuester Zeit haben die electrischen Erscheinungen, die man am Hochdruckdampfe bei seinem Ausströmen aus einem Hochdruckkessel wahrnahm, die Frage in Anregung gebracht: ob Dampfkessel nicht in Folge einer zu starken Anhäufung von Electricität und plötzlichen Entladung derselben, also so zu sagen durch einen electrischen Schlag explodiren können. Jobard und Taffin beantworten diese Frage geradezu bejahend (Echo du monde savant, 1841. N. 601. Dingler's pol. Journ. B. LXXIX. S. 233) und stützen sich dabei auf die Explosion eines Dampfkessels in der Brennerei des Grafen Marotte zu Vieux Valesse, welcher durchaus kein Merkmal jener Umstände vorhergegangen sein soll, durch welche wir uns bisher die Explosionen der Dampfkessel erklärt haben. Mir scheint die ganze Angelegenheit aber noch auf zu unsicherm Grunde zu stehen, um schon irgend ein Urtheil fällen zu können. Nach meiner Meinung müssen wir dasselbe auf jeden Fall bis zur nähern wissenschaftlichen Untersuchung und Beleuchtung des Gegenstandes suspendiren, um nicht neue Furcht vor den Dampfkesseln ohne gehörige Begründung zu erwecken, die der guten Sache unverdienten Nachtheil bringen kann. Wer den Gegenstand näher betrachten will, dem empfehle ich nachzulesen: Philosophical Magazine, Novemb. 1840 p. 370 und

Digitized by Google

Und doch muß man allerdings einräumen, daß im Anfange, in Verhältniß zur Anzahl der verschiedenen Dampfmaschinen von hohem und niederm Drucke, Hochdruckmaschinen mehr Explosionen verursacht haben, als die Maschinen mit niederm Drucke, wenn gleich auch nicht verkannt werden darf, daß in neuerer und neuester Zeit die Sache immer mehr eine andere, für die Hochdruckmaschinen günstigere, Wendung genommen hat. Schon oben sprach ich mich darüber aus, daß der alleinige Grund jener Erscheinung in der unzweckmäßigen Construction der Hochdruckmaschinen, und nicht, wie Herr von Baader meint, in dem Principe derselben selbst zu suchen sei. Der Begriff eines Hochdruckdampfes ist nämlich im Grunde ganz relativ, und der Dampf nur im Verhältnisse zur Construction des Kessels, gegen dessen Wände er wirkt, mehr oder weniger hochdrückend zu nennen. Ein Hochdruckdampf wirkt z. B. auf Kessel von kleinem Durchmesser nicht stärker als ein Dampf von niederm Drucke auf eine verhältnißmäßig größere Fläche eines Kessels. Es kann jeder Kessel nach Maaßgabe seiner Stärke mit zu hochdrückendem Dampfe gefüllt werden, wenn die zur Verhütung einer zu großen Steigerung seiner Spannkraft dienenden Maaßregeln ihren Dienst versagen; es kann aber auch für sehr hohen Druck ein Kessel construirt werden, der sehr wenig von demselben zu leiden hat, so daß er die Kessel mit niederm Drucke hinsichtlich seiner Gefahrlosigkeit sogar übertrifft. Man sieht, daß auf solche Weise obiges von mir

---

375, Decemb. 1840 p. 449 u. 452 u. 457, Jan. 1841 p. 14 und 50, Febr. 1841 p. 95 u. 133, April 1841 p. 265, Mai 1841 p. 328, Juli 1841 p. 25. Edinburgh new philosophical Journal Jan. 1841 p. 55. Dingler's pol. Journ. B. LXXIX. S. 20, 25, 197, 200, 205, 384, 414. B. LXXX. S. 132, 138 u. 139, 258. LXXXI. S. 6 u. 310. — Peltier glaubt, daß die am Dampfe der Dampfkessel wahrgenommene Electricität in genauer Beziehung zum Bodensatze im Kessel stehe, was Armstrong früher schon angedeutet hat. Seine deshalb angestellten Versuche und die daraus von ihm gezogenen Resultate sehe man in Comptes rendus de l'academ. d. sciences, 1840. N. 22. p. 908. und Dingler's polyt. Journ. B. LXXIX. S. 382.

Digitized by Google

angefochtene Argument, als zersprenge ein Dampf von hohem Drucke eher die Gefäße, worin er enthalten ist, als ein niederer, gar sehr an Bedeutung verlieren könne, wenn man nicht die Bedingung hinzufügt, daß Gefäße von gleicher Stärke und gleichem Durchmesser gemeint seien. In der Folge werde ich bei Beschreibung meiner Kessel auf diesen interessanten Gegenstand tiefer eingehen. Jetzt nur so viel, daß Hochdruckmaschinenkessel und Kessel mit niederm Drucke hinsichtlich der mit ihrer Anwendung verbundenen Gefahr auf einen völlig gleich sichern Standpunkt gestellt werden können, daß also von mehrerer oder minderer Gefahr des einen oder andern unter gewissen Bedingungen gar keine Rede mehr sein kann; daß die Gefahr in beiden erst da eintrete, wo die Dämpfe ihren gesetzlichen Druck sehr bedeutend überschreiten, daß aber in diesem Falle ein Hochdruckkessel weit gefahrloser als ein solcher mit niederm Drucke construirt werden könne, wenn die dahin zweckenden Mittel mit Einsicht und Sachkenntniß angewandt werden. Daß ein überladener Kessel mit niedrigem Drucke so zu sagen ein Hochdruckkessel werde, und so hinsichtlich der, bei einer Explosion anzurichtenden, Zerstörungen, unter übrigens gleichen Umständen, mit jenem in einen Rang treten könne, dürfte wohl niemand bezweifeln, da, was ihm bei seinem Bersten vielleicht an Spannung der Dämpfe abgeht, durch seinen großen Umfang, und durch die größere Masse der in ihm angehäuften Dämpfe ersetzt wird. Immer hat aber auch die Erfahrung gelehrt, daß die beim Zerspringen der Hochdruckkessel Statt gehabten Verheerungen diejenigen keineswegs an Umfang und Größe übertroffen haben, die Kessel von niederm Drucke bei ihrem Bersten anrichteten [1]). Die neueste Zeit hat uns eine Menge Beispiele der Art vor Augen geführt.

Was die dem öftern Zerspringen der bisherigen Hochdruckmaschinenkessel, (d. h. dem durch Ueberspannung der Dämpfe herbeigeführten), zum Grunde liegende, und oben gerügte feh-

1) Man vergleiche hier die Abhandlung von Perkins über das Zerspringen der Hochdruckkessel in Dingler's polyt. Journ. B. XXIV. S. 488.

lerhafte Construction derselben betrifft, so führe ich in dieser Hinsicht Folgendes an:

1) Noch viele Kessel der Hochdruckmaschinen bestehen aus Gußeisen [1]), einem spröden und brüchigen Metalle, das, in Form großer und dicker Gefäße, und in zu fest gestampftem oder nicht Luft genug durchlassenden, zu fettem und zu feuchtem Formsande gegossen, leicht blasig wird, und beim Abkühlen Höhlungen durch Crystallisation bekommt, die dem Auge äußerlich unsichtbar bleiben; das ferner endlich sehr schwer bei größern Formen von gleicher Dicke zu gießen ist, bei seiner Erhitzung in ungleich dicken Platten aber sich ungleich ausdehnt, spannt und Sprünge bekommt, auch ungerne einen schnellen Wechsel von Temperatur erträgt. Ein solches Metall kann, zu großen Gefäßen verwandt, die einer ungleichen Temperatur ausgesetzt sind, unmöglich sicher und zuverlässig sein, und wird, wenn solche Gefäße einmal zerspringen, wegen seiner Sprödigkeit, durch das Umherschleudern der zersprungenen massiven Stücke, zerplatzten Bomben gleich, alles mit sich fortreißen und zerschmettern, was sich ihm entgegenstellt. Geschlagenes, geschmiedetes oder gewalztes Eisen, so wie man es in der Regel bei Kesseln mit niederm Drucke in

---

1) Ich sahe noch viele solche Kessel in England, vorzüglich an ältern Hochdruckmaschinen. Sie bestanden aus großen gußeisernen Cylindern von 3 bis 4 Fuß Durchmesser und 6 bis 10 Fuß Länge, mit durchgehenden doppelten und einfachen Feuerröhren. Auch viele Woolf'sche Kessel in England und auf dem Continente haben noch große gußeiserne Kessel mit darunter liegenden Siedröhren von demselben Metalle, z. B. alle diejenigen, die aus der Fabrik des Herrn Hall in Dartford hervorgehen. Diese Kessel sind ganz von derjenigen Construction, die Edwards in Frankreich vielfältig anwendet, und von denen einer im Bulletin de la société d'encouragement pour l'industr. nation. Dix septième année, und im Dingler'schen polyt. Journal B. I. S. 1 beschrieben und abgebildet ist.

Abbildungen Trevithik'scher gußeiserner Kessel findet man in M. Christian traité de mécanique industrielle planch. 25, in J. Nicholsons operative mechanic and Britt. machinist, planch. 23 und in N. Woods practical treatise on railroads, plat. IV. u. V.

Digitized by Google

Form von ſtarken Blechen angewendet findet, iſt viel haltbarer, feſter und zäher, und vermag bei irgend richtiger Berechnung ſeiner Stärke den Dämpfen einen großen Widerſtand entgegen zu ſetzen, ſpringt auch ſelten beim Zerplatzen in viele Stücke, ſondern giebt anfangs ſtellenweiſe nach, und bekommt Riſſe, die auf die Fehlerhaftigkeit des Keſſels aufmerkſam machen, und bei Zeiten die gehörigen Maaßregeln zur Abhülfe der Mängel herbeiführen, ehe noch eine Gefahr daraus erwächſt. Nur bei ganz beſonders heftigen und plötzlichen Einwirkungen auf die Keſſel, bei einer augenblicklich geſteigerten, das Maaß überſchreitenden Dampfſpannung, zerreißt es in mehrere große Stücke [1]), wozu gewöhnlich die Nietſtellen, als die ſchwächern Partien des Keſſels, vorzüglich in den Ecken, an den ſogenannten Winkeleiſen, die nächſte Veranlaſſung geben. Kupfer iſt zäher und weniger riſſig [2]) als Eiſen, und ein ganz vorzügliches Material zu Hochdruckmaſchinenkeſſeln, hat aber nicht die große Feſtigkeit, weshalb kupferne Keſſel, die hinſichtlich ihrer Haltbarkeit und Sicherheit mit eiſernen in gleichen Rang treten ſollen, dickere Wände als jene haben müſſen [3]). Da kupferne Keſſel nie in große Stücke zerplatzen, die durch ihr Umherſchleudern große Zerſtörungen anrichten, ſo braucht man in Hinſicht ihrer Stärke, wie ich weiter unten zeigen werde, gar nicht ſkrupulös zu ſein, ja man wird, wenn man ihnen dünne Wände giebt, vorzüglich bei kleinern Durchmeſſern derſelben, ſicher ſein vor allen bedeutenden Exploſionen, und nur höchſtens ein unſchädliches Aufreißen zu fürchten ha-

1) Man vergleiche hier die Verſuche, welche im Auftrage des Finanz-Departements der vereinigten Staaten von der eben genannten Commiſſion über die Exploſionen der Dampfkeſſel angeſtellt wurden, im Mechan. Magazine N. 666. und Dingler's polyt. Journ. B. LXI. S. 339 seq.

2) Register of arts N. 54. pag. 93. Dingler's polytechn. Journal B. XXXI. Seite 242.

3) Eiſen verhält ſich nach Guyton Morveau zu Kupfer hinſichtlich ſeiner Zähigkeit wie 519 zu 302.

Digitized by Google

ben [1]). Jedoch weiter unten mehr davon. Früher hielt man auch geschmiedet eiserne Kessel, d. h. solche, die von Eisenblechen zusammengenietet sind, für nicht in Stücke zerspringbar, glaubte, daß auch sie unter den dringendsten Umständen nur Risse bekämen, und so den Dämpfen ein mehr oder weniger schädliches Entweichen verstatteten; dies ist aber in neuerer Zeit durch viele Beispiele widerlegt worden. Daß die Güte der Bleche und die mehrere oder mindere Zähigkeit des dazu angewandten Materials einen Ausschlag geben könne, liegt am Tage. Die englischen Bleche sind in der Regel schiefrig und blättrig, haben zum Theil viele unmerkbare größere oder kleinere Sprünge, brechen leicht beim Biegen und müssen natürlich andere Resultate geben, als die schwedischen compakten Bleche, die von sehr mildem und zähem Eisen gewalzt werden.

2) Die Form der Kessel ist nicht immer die richtige. Sie muß möglicherweise in allen Theilen derselben cylindrisch sein, so daß selbst die Endflächen größerer Kessel sphärisch gebaut werden [2]). Diese Construction widersteht bekanntlich am besten dem Drucke der Dämpfe, da der Druck dabei auf alle Punkte des Kesselumfanges gleichmäßig vertheilt ist. Wie sehr man diese Regel beim Bau der Hochdruckmaschinenkessel vernachlässigt hat, ist bekannt [3]). Trevithik's erste große gußeiserne Kessel waren zwar cylindrisch, die Endplatten aber flach und ohne alle sichere

---

1) Die meisten Dampfmaschinenkessel-Fabrikanten nehmen kupferne Kessel für gleichen Druck gewöhnlich dünner von Wänden als eiserne. (vid. Register of arts und Dingler's polyt. Journ. loc. eben citat.)

2) Solche Kessel werden vorzüglich in Wales in England angewandt (vid. Dingler's polyt. Journal, B. XXV. S. 285). In London werden sie vorzugsweise von den Herren Taylor und Martineau, die eine Menge Hochdruckmaschinen anfertigen, gebaut und angewandt.

3) In einer Branntweinbrennerei zu Lochrin in Schottland sprang ein Kessel für höhern Druck (40 U. auf den Quadratzoll) mit einer fürchterlichen Explosion, die große Verheerungen anrichtete. Er hatte die alte in England sogenannte waggonartige Bauart der gewöhnlichen Landmaschinen mit niederm Drucke.

Digitized by Google

Verankerungen. Dies gilt auch von den Oliver Evans'schen Kesseln in Nordamerika, die noch dazu den Fehler hatten, daß sie mit inneren Feuerröhren versehen waren; im gleichen von den Kesseln der großen Cornwalliser Wasserhebungsmaschinen. In neuern Zeiten hat man angefangen, flache Kammern zu bauen, deren Wände auf vielen Punkten durch starke Bolzen zusammengehalten werden. Der Art sind diejenigen Kessel, worauf Walter Hancock ein Patent genommen hat, und die er auf seinen Chaussee-Dampfwagen anwendet, im gleichen die die Feuerplätze der Locomotivkessel umgebenden Kammern. Die Erfahrung hat über die Sicherheit derselben sehr günstig entschieden, und will Herr Hancock davon behaupten, daß sie bei etwanigem Zerreißen keine beunruhigenden und zerstörenden Wirkungen hervorbringen [1]). In England wendet man hie und da prismatische Feuerzüge in cylindrischen Hochdruckkesseln an, solche sollten aber als höchst gefährlich verbannt werden. Ueber die Nachtheile der innerhalb der Kessel angebrachten Feuerzüge habe ich mich oben schon näher ausgesprochen.

3) Die Kessel sind zu groß an Umfang. Je größer dieser Umfang ist, desto mehr innere Oberfläche bietet ein Kessel natürlich dem Drucke der Dämpfe dar, desto mehr muß er von diesen leiden, und folglich desto leichter kann er von denselben gesprengt werden. Diese unumstößliche Wahrheit ist so in die Augen springend, daß man nicht begreifen kann, wie im Allgemeinen noch so wenig Gewicht darauf gelegt wird. Wo man nämlich noch Hochdruckmaschinen angewandt sieht, muß man über die Durch-

1) Wer über Walter Hancock's Dampfwagen, deren verschiedene Bauart, dessen Kessel und Maschinen und die verschiedenen damit angestellten Versuche und Fahrten, gehörige Auskunft haben will, der lese nach Narrative of twelve years experiments (1824—1836) demonstrative of the practicability and advantage of employing Steam carriages on common roads, by Walter Hancock, Engineer, in welchem Werke man auch Abbildungen verschiedener Wagen desselben und ihrer einzelnen Theile findet.

Digitized by Google

messer ihrer Kessel mit Recht erstaunen. Ich sahe sie nicht selten von 5 bis 6 Fuß Durchmesser [1]). Solche Kessel sind wahre Explosionsmaschinen zu nennen, und die Regierungen haben zum Theil sehr weise gehandelt, wenn sie in solchen voluminösen Kesseln nur einen niedern Druck gesetzlich gestatteten. Weiser würden sie aber noch verfahren haben, wenn sie die Sache beim andern Ende angegriffen, und die großen Durchmesser an den Kesseln verboten hätten. Ein solches Gesetz hätte wenigstens keine schädliche Beschränkung für die Anwendung der Dämpfe von höherm Drucke, die in Hinsicht ihres mechanischen Effektes große Vorzüge haben, enthalten. So aber sind nun dem menschlichen Geiste, dem Zähmer und Bändiger der Elemente, sehr drückende Fesseln angelegt, und die Vervollkommnung der Hochdruckmaschinen und ein endlicher Sieg derselben über die Maschinen mit niederm Drucke wird dadurch bedeutend verzögert werden, indem, wie man weiter unten sehen wird, die Dämpfe nicht unter 6 Atmosphären Druck in Hochdruckmaschinen angewandt werden dürfen, wenn diese Maschinen ihre Vorzüge wirklich bewähren sollen. Eine Beschränkung der Durchmesser der Kessel hätte eine entgegengesetzte, unverkennbar wohlthätige Wirkung hervorgebracht, die Mechaniker wären dadurch gezwungen worden, der Wahrheit näher zu treten, und den richtigern Weg zur Verbesserung der Hochdruckmaschinenkessel zu wandeln. Die Noth würde auch hier, wie immer, Lehrmeisterin geworden, und bald das Interesse für höhern Druck gesteigert, und dadurch die Hindernisse seiner Anwendung um so schneller besiegt haben.

---

1) Henwood (Philosophical Magazine, Juni 1827, pag. 403 bis 408. Dingler's polyt. Journ. B. XXV. S. 281) nimmt in seinen Bemerkungen gegen Herrn Taylor's Aufsatz über das Bersten der Dampfkessel das Maximum des Durchmessers der Hochdruckmaschinenkessel zu 5 Fuß an. Wahrlich ein sehr großes Maximum!! —

Die großen Maschinen in Cornwall haben zum Theil Kessel von 7 Fu Durchmesser (vid. Dingler's pol. Journ. B. LV. S. 167).

Digitized by Google

Zwar giebt man den Hochdruckmaschinenkesseln bei großen Durchmessern eine verhältnißmäßige Stärke der Wände, dabei ist aber der guten Sache im Ganzen wenig geholfen; denn vielfältige Erfahrungen haben uns in neuerer Zeit die Ueberzeugung gegeben, daß dicke Metallwände bei Siedegefäßen, vornehmlich bei gegossenen, während der Einwirkung der Flamme darauf, eher Risse bekommen, als dünne, indem sie eine verschiedene Temperatur auf ihrer äußern, vom Feuer berührten, und ihrer innern, vom Wasser bespülten Fläche annehmen, die eine ungleiche Ausdehnung in den Metallschichten zur Folge hat, wodurch Sprünge in dem Metalle bedingt werden [1]). Schwer ist es aber auch, die jedesmal erforderliche Metallstärke [2]) bei den verschiedenen Durchmessern der Kessel genau zu bestimmen, da man in den Ansichten über das Verhältniß der Steigerung des Gesammtdruckes der Dämpfe auf einen Kessel bei der verschiedenen Zunahme seines Durchmessers noch sehr getheilt ist, und die Gefahr seines Zersprengens von einigen Technikern als mit dem Durchmesser im geometrischen [3]), von andern aber nur im arithmetischen steigend angenommen wird. Dieserhalb herrscht aber auch in den Vorschriften für die Berechnung der Stärke der Kesselwände eine so große Verschiedenheit [4]).

---

1) Mercure technologique, Mai 1825 pag. 113. Dingler's polyt. Journ. B. I. Seite 474.

2) Sehr viele Beachtung verdienen in diesem Punkte die Bemerkungen, die Seguier in einer, der Academie der Wissenschaften in Paris vorgetragenen Abhandlung über zweckmäßige Construction der Dampferzeuger, und über die nöthige Metallstärke ihrer Entwicklungsröhren macht (vid. Recueil industriel, Jan. 1831. pag. 1, Febr. p. 89, März p. 155. Dingler's polyt. Journ. B. XLIV. S. 418 und 419).

3) Man vergl. Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1816, Stück 10, Seite 182 oben.

4) Vid. Manuel de l'ingénieur mécanicien constructeur de machines à vapeur par Oliver Evans, traduit de l'anglois par J. Doolittle. Second edit. p. 76.

Im American Journal of sciences and arts Vol. IX. und in

Digitized by Google

Endlich darf ich aber auch nicht unberührt lassen, daß dickere Wände an Siedegefäßen die Mittheilung der Hitze an's Wasser mehr verzögern als dünne [1]), vorzüglich wenn sie von Metallen construirt sind, die zu den schnellen Wärmeleitern gehören. Dies scheinen sehr viele neuere Dampfmaschinen-Verbesserer ganz aus den Augen verloren zu haben, unter andern Hr. Jac. Perkins in London und Hr. Mac Curdy. Die bombenartigen Generatoren des erstern [2]) hatten nämlich 3 Zoll dicke Wände von Bronce. Hr. Mac Curdy [3]) ließ seine von ihm sogenannten Dampfkammern zuletzt von 1 Zoll dickem Schmiedeeisen, aber mit nicht mehr Glück als die ersten gußeisernen anfertigen. Beide Verbesserer wurden zugleich von der Wahrheit meiner obigen Bemerkung, daß dickere Kesselwände mehr Neigung zum Aufreißen und Bersten haben, als dünnere, recht deutlich überführt, indem es sich zeigte, daß ihre Erzeuger sehr bald Sprünge im Metalle bekamen, aufrissen, und so Wasser und Dampf ausließen. Von dem traurigen Zustande der Mac Curdy'schen Dampfkammern nach einem kurzen Gebrauche habe ich mich in London selbst überzeugt.

4) Wegen des großen Umfanges der Kessel der bisherigen Hochdruckmaschinen ist der Dampf- und Wasservorrath darin zu groß und zu wenig vereinzelt und vertheilt, so

---

Gill's technical Repository. Decemb. 1825 pag. 34. findet man eine Formel von Quinby zur Berechnung der elastischen Kraft des Dampfes, welche ein gegebener Kessel auszuhalten vermag.

In G. J. Verdam's Grundsätzen, nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind, werden eine Menge Formeln zur Berechnung der Metallstärke, sowohl für hohen als niedern Druck, sowohl für eiserne als kupferne Kessel und alle möglichen Formen derselben, und zwar in der 3ten Abtheil. von Seite 195 bis 211, angegeben.

1) Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1824 St. 2 Seite 225 seq.

2) Gill's technical Repository. August 1823 pag. 90. Dingler's pol. Journ. B. XII. S. 3.

3) London Journal arts, Junius, pag. 287. Dingler's pol. Journ. B. XXI. S. 408.

Digitized by Google

daß ersterer zugleich in gar keinem Verhältnisse zum geringen kubischen Inhalte des Dampfcylinders steht. Solche große Quantitäten Dampf und Wasser richten aber schreckliche Verheerungen an, wenn der Kessel zerspringt; der Dampf durch seine große Elasticität und durch seine plötzliche Ausdehnung; das Wasser, indem es in dem Augenblicke der Explosion und wegen des dadurch plötzlich aufgehobenen Drucks eine große Menge Dampf aus sich entwickelt. Alle über 80° Reaum. darin enthaltene freie Wärme wird dann nämlich zur Bildung von Dampf aus demselben blitzschnell verwandt. Dies letztere will ich in wenigen Worten näher erläutern. Es ist eine alte, und nicht erst, wie die Lobredner des Hrn. Perkins behauptet haben, von ihm zuerst gemachte Erfahrung, daß Wasser, welches unter Druck gehalten wird, sei es nun, daß dieser durch die Wände eines Gefäßes, welches damit ganz gefüllt ist, oder durch Dämpfe, oder eine andere elastische Flüssigkeit innerhalb desselben Gefäßes hervorgebracht wird, eine höhere Temperatur als unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre annehme, und daß diese Temperatur in gleichem Verhältnisse mit der Temperatur der Dämpfe wachse, die innerhalb des Kessels oder Gefäßes aus denselben entwickelt werden, wenigstens in den obern Schichten der der Dämpfe gleich sei. Es ist ferner bekannt, daß das Wasser in Hochdruckmaschinenkesseln aus diesem Grunde eine höhere Temperatur wirklich annehme, daß es aber bei Aufhebung dieses Druckes die bei sich führende, und über 80° Reaum. gehende Wärmemenge darauf verwendet, aus sich (d. h. ohne Hinzutritt neuer Wärme) so lange Dämpfe zu entwickeln [1]), bis seine Temperatur

1) Sehr belehrend und faßlich spricht über eine solche spontane Dampfentwicklung (wie man sie wohl zu nennen pflegt) Bernouilli in seinem Handbuche der Dampfmaschinenlehre, 2te Ausgabe, Seite 81, wo er zugleich die Berechnung der Größe dieser Dampfentwicklung bei verschiedenen Quantitäten, Temperaturen und Pressungen, worunter das Wasser sich befindet, liefert. Er ist indessen der Meinung, daß diese spontane Dampfentwicklung

auf 80° Reaum., als auf die dem Drucke der einatmosphärigen Dämpfe entsprechende, gesunken ist [1]). Geschieht diese Aufhebung des Druckes plötzlich, so ist auch die Dampfentwicklung augenblicklich, und dies ist der Umstand, den ich vorher bezeichnet habe, und der die zerstörende Wirkung einer Dampfkesselexplosion so sehr vergrößert [2]). Je mehr

---

bei der Explosion der Dampfkessel nicht diejenige große Rolle spiele, die ich ihr einräume. Seine Gründe scheinen mir aber nicht entscheidend zu sein, und wird meine Ansicht durch neuere directe Versuche, die die vom Fränklin-Institute in Amerika bestellte Commission zur Untersuchung der Dampfkesselexplosionen (Mechan. Magaz. N. 666, Dingler's pol. J. B. LXII. S. 87) anstellte, vollkommen bestätigt.

1) Boizot sagt in einer Abhandlung, welche er 1838 der Akademie in Paris vorlegte: Wenn eine Wassermasse über 100° Cent. Temperatur hat, und plötzlich mit der atmosphärischen Luft in Berührung gesetzt wird, d. h. des bisherigen Druckes enthoben wird, so erzeugt alle der Wärmestoff, welcher die über 100° betragende Temperatur bedingt, augenblicklich Dampf. Dieser Satz, in die Algebra übersetzt, giebt ihm folgende Portion: Die constante Zahl 550° verhält sich zu der über 100° betragenden Temperatur des Wassers, wie sich das Gesammtgewicht des Wassers zu dem Gewichte des augenblicklich verdampften Wassers verhält. (Er nimmt nämlich die Clement'sche Theorie an, daß die Wärmemenge in den Dämpfen bei allen Temperaturen und Pressungen eine constante Größe sei.) Ein Kessel, welcher 4000 Kilogram Wasser mit einer Temperatur von 145° enthält, würde hiernach bei einer Explosion 327 Kilogram Dampf entwickeln (vid. Echo du monde savant, 1838. N. 32. Dingler's polyt. Journ. B. LXX. S. 1.)

2) Aus diesem Grunde ist ein ganz mit Wasser von hoher Temperatur gefüllter Behälter eben so gefährlich, als ein solcher, der zugleich Dampf von hohem Drucke enthält. Zerspringt derselbe nämlich durch zu hohen Druck, so verwandelt sich ein großer Theil der Wassermasse bei plötzlich aufgehobenem Drucke in Dampf, der alle verheerenden Wirkungen hervorbringen kann, als wäre er vorher schon im Kessel gewesen. Wie Perkins in dieser Hinsicht sich und Andere durch die Behauptung täuschen konnte, daß seine ganz mit Wasser von hoher Temperatur gefüllten Generatoren nicht der Gefahr gewöhnlicher Hochdruckmaschinenkessel unterlägen, weil sie keinen Dampf enthielten, ist mir unbegreiflich, zumal da sein ganzes Princip vom Zerplatzen dieses Wassers in Dampf, wo es Raum zur Ausdehnung findet, ja grade diesem seinem Wahne entgegensteht. Unbegreiflicher ist aber noch, wie ihm so viele nachsprechen konnten (London Journal of arts and scienc. Jul. 1824. Dingler's pol. J. B. XV. S. 141) und noch jetzt nachsprechen

Digitized by Google

Wasser und Dampf ein Hochdruckmaschinenkessel also faßt, auf einer je höheren Temperatur Wasser und Dämpfe im Kessel stehn, desto fürchterlicher ist die Zerstörung, die er bei seinem Zerspringen anrichtet. Wenn Herr Perkins hieraus folgerte, daß bei einer sehr hohen Temperatur endlich alles Wasser sich in Dampf verwandeln würde, wenn man es einem niedern Drucke aussetzte, so ist er zu weit gegangen. Eine Widerlegung seiner Ansichten und seines darauf gebauten Dampfentwicklungsprincips habe ich im Dingler'schen Journale Bd. XXVIII. S. 341 seq. niedergelegt, die ich, in Verbindung mit den Noten darunter, denen nachzulesen empfehle, die dieser Gegenstand besonders interessiren sollte.

5) Die Kessel sind nicht genug mit Sicherheitsmaaßregeln versehn, und diese sind häufig unzweckmäßig construirt, oder werden in einem schlechten Zustande erhalten [1]). Ich habe mich von letzterm Umstande oft selbst überzeugt. In England sollen an mehreren frühern Trevithik'schen Hochdruckmaschinenkesseln sogar die gewöhnlichen Sicherheitsventile gefehlt haben, was indessen kaum zu glauben ist. Die in Frankreich, England, Amerika und mehreren Staaten des Continents jetzt erschienenen Verordnungen wegen Prüfung der Sicherheitsventile und ihrer Verwahrung unter Schloß haben eine gute Tendenz, verfehlen aber, wie ich unten zeigen werde, meistens ihren Zweck,

---

können. Hrn. Jobard (Recueil industriel. Nov. 1837 pag. 109 und Dingler's pol. J. B. LXVIII. S. 330 oben), der einer von den Jüngern des Herrn Perkins zu sein scheint, haben offenbar seine Versuche mit kohlensaurem Wasser (vid. Dingler's pol. J. l. c. S. 334 unten) getäuscht, wenn damit ganz gefüllte Flaschen ohne Explosion barsten, da ein solches Wasser sich schwerlich mit überhitztem Wasser, dem ein Bestreben, bei aufgehobenem Drucke sich selbst zum größten Theile in Dampf zu verwandeln, inwohnt, in Parallele stellen läßt.

1) So kleben die Sicherheitsklappen bisweilen zu, und zwar oft durch Schmutz, der dem Wasser des Kessels anhängt, und in die Klappen getrieben wird.

Digitized by Google

auf jeden Fall reichen sie lange nicht hin, jedem Unglücke vorzubeugen, da Unordnungen an solchen Apparaten oft ohne Wissen und Willen der Maschinenwärter wenige Augenblicke nach angestellter Prüfung eintreten, und ihrer Aufmerksamkeit sich entziehen können. Die gewöhnlichen Meßinstrumente für die Spannung oder Temperatur der Dämpfe sind nur in der Voraussetzung nützlich, daß sie oft beobachtet werden, und wie selten verstehen sich die gewöhnlichen Maschinenwärter dazu. In neuerer Zeit hat man Apparate zu erfinden sich bemüht, die bei zu hohem Steigen der Quecksilbersäulen in den Dampfmessern eine Anzeige auf einer Glocke machen, oder ein Sicherheitsventil öffnen. Solche sind die von Edwards[1]), Cochaux[2]) ꝛc. Douglas läßt statt der Quecksilbersäule einen kleinen Kolben auf das Sicherheitsventil und auf eine Glocke zugleich wirken. Der Kolben bewegt sich in einem Cylinder auf dem Kessel und mißt den Druck im Kessel [3]). Solche Apparate heißen die Künsteleien an den Kesseln aber nur unnöthig vermehren, und gelten auch nur für niedere Druckgrade, indem die bei höhern Graden nöthigen sehr hohen Quecksilbersäulen schwer herzustellen und sehr gebrechlich sind. Von den leicht schmelzbaren Scheiben [4]), deren Anwendung in Frankreich förmlich durch Gesetze bestimmt und regulirt ist [5]), kommt man in neuerer Zeit wieder sehr zurück, weil sie theils vor dem Schmelz-

---

1) Bulletin de la société d'encouragement pour l'industr. nat. April 1833 pag. 108. Dingler's polyt. Journ. B. L. S. 103.

2) Register of arts. Decemb. 1830. pag. 197. Dingler's pol. J. B. XLIII. S. 108.

3) Repertory of patent inventions, August 1836, pag. 74. Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 267.

4) Eine Tabelle von Schmelzpunkten verschiedener leichtflüssiger Metallmischungen findet man in den Jahrbüchern des polytechnischen Instituts in Wien, Band 1, Seite 197.

5) Bulletin de la société d'encouragement etc. N. 271. Seite 14. Dingler's polyt. Journ. B. XXIV. S. 303.

Digitized by Google

punkte ſchon auf eine ſchädliche Weiſe ſich erweichen, theils aber auch nur ein Zeichen für die Temperatur der Dämpfe abgeben, und eine zu große Steigerung dieſer verhüten. Auf ſolche Weiſe können ſie aber bei einer Ueberhitzung der Dämpfe durch partielles Glühen der Keſſelwände äußerſt nachtheilig werden, indem ſie durch ihr Schmelzen und durch das darauf erfolgende plötzliche Ausſtrömen der Dämpfe aus der entſtehenden nicht unbeträchtlichen Oeffnung des Keſſels ein nachtheiliges Aufwallen und Aufſchäumen des Waſſers begünſtigen, und ſo die Gefahr einer Exploſion mehr herbeiführen, als abwehren [1]). Unter allen Sicherheitsapparaten für die Keſſel iſt wohl keiner ungenügender und unzuverläſſiger zu nennen, als der von Herrn Perkins angewandte Sicherheitsſack (safety bulb)[2]). Er beſteht aus einer Erweiterung am Dampfrohre, die bei gefährlichen Spannungsgraden der Dämpfe aufreißt, und ihnen einen Ausweg öffnet [3]). Schwerlich wird, was doch unerläßlich erſcheint, ein ſolcher Sicherheitsſack immer ganz von gleicher Dicke angefertigt werden können, auch dürfte ſich alles Kupferblech hinſichtlich ſeiner Feſtigkeit und Zähigkeit nicht immer gleich verhalten. Ein ſolches Inſtrument kann höchſtens nur für ſehr hohen Druck gelten. —

---

1) Man vergleiche hiermit, was Hr. Emil Köchlin in ſeinem im Bulletin de la société industrielle de Mulhaus N. 48. gegebenen Berichte über die Nachtheile und die Unzuverläſſigkeit dieſer Scheiben ſagt. Eine Ueberſetzung dieſes Berichtes findet man in Dingler's polyt. J. B. XXVI. S. 249 seq.

2) Gill's technical Repository. Aug. 1823. pag. 90. — Dingler's polyt. Journ. B. XII. Seite 7.

3) Auch Clement empfiehlt ſtatt der ſchmelzbaren Scheiben ſehr dünne Kupferplatten, die bei zu ſtarkem Drucke im Keſſel reißen und den Dämpfen einen Ausweg eröffnen (vid. Bulletin de la société d'encouragement pour l'ind. nat. N. 271. pag. 14. — Dingler's polyt. Journ. B. XXIV. Seite 305.

Digitized by Google

II.

Ein zweiter Haupteinwurf gegen die Anwendung der Hochdruckmaſchinen iſt der, daß ſie viel Wärmeſtoff unnütz verſchwenden, und deshalb mehr Feurung gebrauchen ſollen, als die Maſchinen mit niederm Drucke. Man hat auf dieſen Einwurf, obgleich er in neueſter Zeit in Frankreich, und früher ſchon in Amerika durch die unleugbarſten Thatſachen völlig entkräftet worden iſt, hie und da, vorzüglich in England, wo das Hochdruckmaſchinenprincip im Ganzen ohne alle Zweifel am wenigſten kultivirt iſt, noch immer viel Gewicht gelegt, und ſelbſt in neuerer Zeit ſcheint auf Veranlaſſung der größtentheils mißlungenen Verſuche des Herrn Perkins, und der in Hinſicht auf Brennmaterialverbrauch allerdings ſehr ſchlechten Reſultate der neuern Dampfwagen des Herrn Stephenſon die Anzahl der Zweifler im Allgemeinen mehr vermehrt als vermindert zu ſein. Einzelne Stimmen für die Vortheile der Hochdruckmaſchinen verhallen zu ſehr unter dieſen Zweifeln, und ſelbſt die außerordentlichen Reſultate der neuern Cornwalliſer Waſſerhebungsmaſchinen bleiben mehr oder weniger unbeachtet, werden ſogar zum Theil noch ganz weggeleugnet [1]).

Ich will zuerſt alle Gründe derer, die durch ſolche Zweifel irre geleitet ſind, anführen, und unterſuchen, ob dieſen Zweifeln Gewicht eingeräumt werden könne oder nicht, wobei ich die Erfahrung möglichſt zu Rathe ziehen werde.

1) Bei der Heizung eines Keſſels oder jedes andern Dampfentwicklungsapparates für Dämpfe von höherer Temperatur muß, ſo wirft man ein, viel Hitze aus dem Ofen ungenützt entweichen, da alle Wärme unter der Temperatur des Apparates und ſeiner Dämpfe nicht verwandt wird.

---

1) Vid. Palmer's Zweifel gegen die Vortheile der expanſiven Anwendung des Hochdruckdampfes (Transactions of the Institution of civil engineers. Volum. II. pag. 33. — Verhandlungen des preußiſchen Gewerbe-Vereins, 1838, Lief. 2, mitgetheilt von Hrn. Wedding. — Dingler's polyt. Journ. B. LXVI. S. 74.

Digitized by Google

Dieſer Einwurf würde allerdings ſehr an Gewicht verlieren, wenn die von mir im Dingler'ſchen polyt. Journale, Bd. XXVIII. S. 94, angeführten Entkräftungsgründe nicht durch meine ſpätern Erfahrungen wären als unzulänglich und nichtig dargeſtellt worden. Ich berief mich loco cit. nämlich auf den Erfahrungsſatz, daß bei Verdunſtung und Verdampfung von Flüſſigkeiten die ſich in Dunſt oder Dampf verwandelnde Flüſſigkeit andern nahen, mit derſelben in Berührung ſtehenden Körpern den zu ihrer Verflüchtigung nöthigen Wärmeſtoff, und zwar in dem Grade entzieht, daß dieſer auf eine ſehr niedrige Temperatur gebracht werden kann, und führte dabei als Beiſpiele die bekannten Thatſachen an, daß wir ein Gefühl von Kälte auf unſerer Hand wahrnehmen, wenn flüchtige und ſpirituöſe Flüſſigkeiten darauf verdunſten, daß wir unter der Glocke der Luftpumpe Waſſer in Eis durch Verdampfung von Aether verwandeln, Trinkwaſſer durch Umſchlagen von naſſen Tüchern um die daſſelbe enthaltenden irdenen Gefäße abkühlen, und endlich beim Sieden des Waſſers in einem metallenen Keſſel bei ſchneller Abnahme vom Feuer den Boden deſſelben im erſten Augenblicke ohne Nachtheil mit der Hand berühren können, inſofern der im Augenblicke des Abnehmens noch fortgehende Verdampfungsproceß dem Metalle des Keſſels plötzlich allen Wärmeſtoff zu entziehen ſcheint; und gründete darauf die Frage: ob die verdunſtende oder verdampfende Flüſſigkeit diejenigen Körper, denen ſie zum Zwecke ihrer Verdunſtung und Verdampfung ihren Wärmeſtoff entzieht, nicht unter ihre eigene Temperatur und unter die der aus ihr entwickelten Dämpfe bringen könne, und ob hiernach den durch den Ofen ſtreichenden und einen Dampfkeſſel heizenden Gaſen nicht ſo gut, wie jenen Körpern, ihr Wärmeſtoff in dem Grade entzogen werde, daß ſie unter der Temperatur der entwickelten Dämpfe aus dem Ofen entweichen müſſen? — Folgender lehrreiche Verſuch, den ſpäter zur näheren Erörterung dieſer intereſſanten

Frage mein Freund, der verdienstvolle Subrektor der Güstrower Stadtschule, Herr Krückmann, ein tüchtiger Physiker, in meiner Gegenwart und auf meine Veranlassung vornahm, entschied jedoch nicht zu Gunsten dieser Frage. Aether nämlich, der unter der Luftpumpenglocke bei sehr vermindertem Luftdrucke noch bei einer Temperatur von 8° Reaum. unter Null wallte, brachte in einer darin untergetauchten gläsernen Röhre mit Wasser dieses erst zum Gefrieren, als seine eigene Temperatur unter Null sank. Wenn Herr Uthe in Dresden [1]) bei Gelegenheit einiger Bemerkungen über die Perkins'sche Maschine von seinem neu erfundenen Dampfkessel [2]) erzählt, daß derselbe Dämpfe vom Drucke zweier Atmosphären (also ohngefähr vom 96° Reaum.) mit vollkommener Absorbtion aller Hitze des Brennmaterials entwickle, indem die aus dem Ofen in den Schornstein entweichenden Gase nur eine Temperatur besäßen, die es erlaubt, die Hand in den Strom derselben zu tauchen, ohne etwas anderes als eine laue Wärme zu empfinden; so hat eine spätere genaue Untersuchung dieses Umstandes mich überzeugt, daß bei der hier Statt findenden geringen Wirkung der aus dem Ofen entweichenden Hitze auf die Hand eine Täuschung obwalte. Bei meinem neuesten, später zu beschreibenden Dampfkessel habe ich nämlich ebenfalls ohne Nachtheil immer meine Hand in den Canal, der die Hitze aus dem Ofen in den Schornstein führt, tauchen und lange Zeit darin lassen können, und stets nur (und meine Hände sind sehr empfindlich gegen Hitze) eine erträgliche, nicht unangenehme Wärme empfunden; dennoch zeigte aber das

1) Dingler's polyt. Journ. B. XV. S. 452.

2) Derselbe ist bekannt gemacht von der société d'Emulation à Liège in Mathieu Laensbergh, ou le Politique municipal, provincial et national, N. 92 und beschrieben und abgebildet in Verdam's Grundsätzen, nach welchen alle Arten von Dampfmaschinen zu beurtheilen und zu erbauen sind, Seite 135, Tab. XIV. Fig. 172. N. 1. 2 und 3. Er scheint mir aber unpractisch zu sein, weil er nicht gereinigt werden kann.

Digitized by Google

Thermometer, was ich in den Strom derſelben tauchte, die Temperatur der im Keſſel erzeugten Dämpfe an, ein Umſtand, den ich mir noch immer nicht ganz genügend habe erklären können. Daß die erhitzten Gaſe, wenn ſie im Schornſteine und Ofen einen gehörigen Zug bewirken ſollen, mit einer Temperatur von 400° Reaum. aus dem Ofen nothwendig entweichen müſſen, wie Herr Eduard Köchlin in Mühlhauſen [1]) behauptet, ſcheint mir übertrieben, wenigſtens iſt mir in meiner Erfahrung nichts vorgekommen, was ſeine Behauptung beſtätigte, im Gegentheile habe ich, noch dazu bei niedrigen Schornſteinen, einen ſehr kräftigen Zug durch eine geringe, aus dem Ofen entweichende Hitze erlangt [2]). Hätte Herr Köchlin Recht, ſo würden die Hochdruckmaſchinen auch in dieſer Rückſicht von allem Vorwurfe befreit werden, indem dann Keſſel mit niederm Drucke zum Zwecke eines gehörigen Zuges im Ofen einen gleichen Verluſt an Hitze zu leiden hätten, und zwar an einer Hitze, deren Temperatur weit über die eines Dampfes von ſehr hohem Drucke geht. Bei den meiſten Dampfmaſchinen von bisheriger Anordnung entweichen aber wirklich dieſe erhitzten Gaſe ſelten unter einer viel niedrigern Temperatur aus dem Ofen, als unter der von Köchlin angegebenen, und dies ſowohl bei Maſchinen mit hohem als niederm Drucke. Woher dies komme, werde ich weiter unten zu erläutern ſattſam Gelegenheit finden. Gewiß iſt, daß eine Hitze, wie ſie bei Heizung eines Dampfkeſſels für 8 Atmoſphären Dampfdruck [3]), bei möglichſt vollkommener Benutzung der durch's Brenn-

1) Bulletin de la société industrielle de Mulhaus. N. 2. — Dingler's polyt. Journ. B. 27. Seite 165.

2) Auch Bernouilli, in ſeinem Handbuche der Dampfmaſchinenlehre, 2te Aufl. Seite 121, ſcheint die in den Schornſtein entweichende Hitze ſehr hoch anzunehmen, wenn er l. c. in der Note von derſelben ſagt, daß ſie mit einem gewöhnlichen Queckſilber-Thermometer nicht mehr meßbar ſei.

3) Einen ſolchen Druck wende ich für gewöhnlich in meinen Keſſeln und Maſchinen an.

Digitized by Google

material erzeugten Wärme, in den Schornstein verloren geht, eben so wenig in Bezug auf Brennmaterialverbrauch beunruhigend sei, als ihr Grad fürchten läßt, einen ungenügenden Zug zu erzeugen, und daß eben so sehr dort übertrieben werde, wo man alle Wärme vollkommen angewandt verlangt, als da, wo man zu Gunsten des Zuges auf einen zu großen Theil derselben verzichtet. Wie man selbst bei Hochdruckmaschinen diesen Theil möglichst verringern, und solche Maschinen in dieser Beziehung selbst über diejenigen mit niederm Drucke stellen könne, werde ich in der Folge näher erklären.

2) Herr Christian in Paris, dem wir in neuerer Zeit manche Aufklärungen in der Dampflehre zu danken haben[1]), verdampfte in einem Kessel, bei einer sich gleich bleibenden Feurung, in gleichen Zeiträumen, unter verschiedenem Drucke und verschiedener Temperatur der entwickelten Dämpfe, gleich viel Wasser [2]). Da nun der mechanische Effekt die-

---

1) Traité de mécan. industrielle, Vol. II., der fast ausschließlich von den Dampfmaschinen und seinen Versuchen im Felde der Dampflehre handelt. Bernouilli's Anfangsgründe der Dampfmaschinenlehre, 1. Ausgabe, Seite 85.

2) Clement Desormes scheint gleiche Resultate erhalten zu haben, da er annimmt, daß in allen Wasserdämpfen, gleichviel von welcher Temperatur und welcher Pressung, die Wärmemenge eine stets constante Größe sey. Desprez und Dulong weichen von dieser Meinung etwas ab. Southern nimmt die Menge der latenten Wärme als constant an. Nach ihm wäre also für die Entwicklung der Dämpfe von höhern Pressungen mehr Wärme, also auch mehr Brennmaterial nöthig. Nach Clement Desormes Versuchen, welche er in einer Abhandlung unter dem Titel: theorie de machines à feu etc. in der Academie der Wissenschaften in Paris 1819 vorgetragen hat, ist die gesammte im Dampfe enthaltene und als constant zu betrachtende Wärme = 650 Wärmeeinheiten für alle zusammengehörigen Temperaturen und Pressionen; die gebundene Wärme aber, welche durch das Thermometer nicht angezeigt wird, ist veränderlich. Bei Dampf von 100° (Centes.) wäre z. B. die gebundene Wärme 650° — 100° = 550°. Herr Desprez, welcher dieselben Resultate gefunden hatte, hat seitdem seine Versuche wiederholt, und den Dampf auf höhere Temperatur- und Druckgrade als früher gesteigert. Er nimmt nun nicht mehr an, daß die

Digitized by Google

ſer in Dampf von verſchiedener Elaſticität verwandelten Waſſerquantitäten aus weiter unten erläuterten Gründen ſehr verſchieden angenommen werden kann, und namentlich zum Vortheile der Anwendung hochdrückender Dämpfe ausfällt, ſo iſt dadurch klar bewieſen, daß bei der Dampf-

---

Geſammtwärme des Dampfes conſtant ſei, ſondern er betrachtet ſie als mit der Temperatur zunehmend, ſo daß die Anzahl der Grade, um welche die Geſammtwärme zunimmt, geringer wäre als diejenige, um welche die Temperatur wächſt. Hr. Dulong hat ebenfalls Verſuche angeſtellt, welche ihn zu der Annahme brachten, daß die geſammte Wärmemenge mit der Temperatur wächſt. Southern nimmt im Dampfe 550° als latente Wärme und zwar conſtant an, und nach ihm wächſt die geſammte Wärmemenge immer um die Größe, um welche die Temperatur ſich erhöht. Wenn z. B. Dampf von 100° Cent. 650 Wärmeeinheiten enthielte, ſo würde er bei 122° 672 Einheiten enthalten. Ihm ſprechen die meiſten engliſchen Schriftſteller und auch viele franzöſiſche nach. Es ſcheint mir aber, daß ſehr viel darauf ankomme, wie die zur Beſtimmung der gegebenen Geſetze angeſtellten Verſuche gemacht, und ob ſie auf gehörig lange Zeit ausgedehnt werden. Meine Erfahrungen ſprechen offenbar für die vollkommene Richtigkeit der von Chriſtian angegebenen Reſultate und das von Clement angegebene Geſetz, und man wird mir vielleicht einräumen, daß ich hinſichtlich der Entwicklung hochdrückender Dämpfe, vorzüglich in höhern Preſſungsgraden, kein ganz incompetenter Richter ſei. Auch haben neuere, vom Chevalier de Pambour angeſtellte Verſuche das von Watt ſchon früher aufgeſtellte, und von Clement Deſormes vertheidigte Geſetz nach dem Memorial encycloped. Decemb. 1838 (Dingler's polyt. Journ. B. LXX. S. 479) völlig beſtätigt. Wenn Hr. Profeſſor Bernouilli in ſeinem Handbuche der Dampfmaſchinenlehre, 2te Auflage S. 88 in der Note, ſeine Meinung dahin ausſpricht, daß dem von Chriſtian erhaltenen Reſultate deshalb nicht volles Vertrauen zu ſchenken ſei, weil er ein ſehr ſtarkes Feuer bei ſeinem kleinen Verſuchskeſſel anwandte, ſo kann ich derſelben nicht ganz beipflichten, indem ich glaube, daß die Heftigkeit des Feuers die Unterſchiede zwiſchen den verſchiedenen verdampften Waſſerquantitäten nicht würde ganz aufheben oder unmerklich machen können, wenn ſie durch eine größere oder geringere, dem Waſſer zuzuführende, Wärmemenge bedingt wären.

In einer neuern Abhandlung von Armſtrong über die Electricität des Waſſerdampfes beſtätigt derſelbe Chriſtian's Erfahrung, daß bei gleichem Feuer ſich unter jedem Drucke gleich viel Waſſerdampf erzeuge. Man ſehe Philosophical Magazine, Mai 1841, p. 328, Dingler's polyt. Journ. B. LXXXI. S. 6.

Digitized by Google

entwicklung unter höheren Druckgraden und in höheren Temperaturen, in Rücksicht auf den mechanischen Effect der entwickelten Dämpfe, an Brennmaterial nicht allein nicht verloren, sondern offenbar gewonnen werde. Sehr oft habe ich die Erfahrung gemacht, daß an meinen Hochdruckmaschinen am wenigsten Brennmaterial verbraucht wird, wenn ich die Regulatorklappe am Dampfrohre möglichst schließe, und im Kessel mit höherm Drucke als gewöhnlich arbeite. Wenn gleich einiger Vortheil hier aus dem Umstande erwächst, daß der Dampf im Dampfcylinder nun mehr ausdehnungsweise wirkt, so erklärt dieses die Erscheinung doch durchaus nicht genügend. Es läßt sich wenigstens der für die Maschinen mit höherm Drucke vortheilhafte Schluß daraus ziehen, daß die Dampfentwicklung unter höhern Druck- und höhern Temperaturgraden nicht träger von Statten gehe, als unter niedern, daß also auch der Kraft der Maschine daraus kein Nachtheil erwachse. Jeder, der einen Versuch dieser Art machen will, wird im Gegentheil erfahren, daß seine Dampfmaschine bei geringerm Brennmaterialverbrauche im bestehenden Falle kräftiger arbeite als sonst. Daß eine Hochdruckmaschine bei Anwendung eines höhern als des gesetzlichen Druckes nicht nach Verhältniß der dadurch gesteigerten Kraft Brennmaterial mehr gebrauche, scheint ebenfalls für die vortheilhafte Entwicklung der Dämpfe von höherem Drucke eindringlich zu sprechen.

3) Aber auch endlich meine, in England an meinem dort versuchten Generator für sehr hohen Druck gemachten, Erfahrungen haben die eben besprochenen Vortheile einer Dampfentwicklung in höhern Temperatur- und Pressungsgraden in so fern auf das Ueberzeugendste bestätigt, als ich im Stande war, in demselben mit 1 Pfund Steinkohle 8 bis 10 Pfund eiskalten Wassers in Dampf von 600 bis 800 Pfund Druck auf den Quadratzoll zu verwandeln. Bei dieser Entwicklung sehr hochdrückender Dämpfe ging so wenig Hitze in den Schornstein verloren, daß ich, selbst bei einem

Digitized by Google

fortwährenden längern Gebrauche des Apparates, die 9 Zoll ſtarken untern Wände des Schornſteins kaum warm gefunden habe. Auch habe ich Dampfmaſchinen noch jetzt im Gange, wo ſehr wenig Hitze aus dem Ofen entweicht. Wie übertrieben man die Temperatur dieſer Hitze bei den Hochdruckmaſchinen oft angenommen hat, davon bin ich einmal durch die Erfahrung, und zwar durch den Umſtand recht deutlich überzeugt worden, daß ich mit dieſer Hitze nicht einmal das Speiſewaſſer in einem ausgebreiteten Gefäße auf 40° Reaum. habe bringen können.

Ob die Anwendung von Gebläſen bei der Entwicklung ſehr hochdrückender Dämpfe von Nachtheil ſei, und, wie Herr Uthe am oben angeführten Orte meint, den Wärmeverluſt noch vermehre, muß ich nach meiner Anſicht und Erfahrung verneinend beantworten; denn:

a) vielfache Verſuche und Beobachtungen haben ergeben, daß es zum Zwecke einer reichlichen und ſchnellen Dampfentwicklung in einem Apparate nicht darauf ankomme, daß die Hitze ihn in vielen künſtlich geleiteten Zügen umſpiele, ſondern daß ſie ihn in einer vortheilhaften Richtung [1]), wo möglich in einem rechten Winkel und mit gehöriger Intenſität treffe, um ſich ſchnell und mit wenigem Verluſte an ihn abzuſetzen. Ein auffallendes Beiſpiel giebt uns Hr. Eduard Köchlin [2]), indem er erzählt, daß er, nachdem er an einem Keſſel zuerſt alle künſtlichen Züge weggelaſſen, und einen einfachen Feuerraum um denſelben gebaut habe, von deſſen hinterm und oberm Ende er die Hitze gleich in den Schornſtein geleitet, er hinſichtlich der Dampfentwicklung faſt dieſelben Reſultate gehabt habe,

---

1) Ich ſprach ſchon vor 12 Jahren dieſe meine Meinung öffentlich aus. Seitdem beſtätigt ſie vollkommen Seguier in ſeiner in der Academie der Wiſſenſchaften zu Paris vorgetragenen Abhandlung über die Apparate zur Dampferzeugung. (Recueil industriel, Jan. 1831, pag. 1, Febr. pag. 89, März pag. 155. — Dingler's polyt. Journ. B. XLIV. S. 418.)

2) Bulletin de la société de Mulhaus. N. 2. — Dingler's polytechn. Journ. Bd. XXVII. S. 170.

als ſpäter, wo die gewöhnlichen künſtlichen Züge um den Keſſel von ihm angeordnet worden ſeien. Ein anderes Beiſpiel geben die Keſſel der neueren Locomotiven, in denen die ſtrahlende Hitze im eigentlichen Feuerraume, die die Wände deſſelben ſenkrecht trifft, ein dreimal beſſeres Reſultat giebt [1]), als auf gleicher Fläche in den vielen engen Röhren erzielt wird [2]), die durch den Waſſerraum des Keſſels geführt werden, und durch welche die Hitze ſchnell und parallel mit ihren Wänden ſtreicht [3]).

b) Bei Anwendung eines Gebläſefeuers hat man den entſchiedenen Vortheil einer vollkommenen Verbrennung des Brennmaterials, wodurch hinſichtlich der Wärmeentwicklung bedeutend gewonnen wird, ſo daß um deswillen andere etwanige kleine Verlüſte auch weniger Nachtheil bringen, und eher verſchmerzt werden können. Schon die größere Hitze in einem Hochdruckmaſchinenofen mit gewöhnlichem Luftzuge, die wegen der höhern Temperatur des Apparates weder an den Wänden deſſelben, noch am Keſſel ſelbſt ſchnell Abbruch erleidet, ſondern über dem Feuerheerde eine größere Intenſität erlangt, erleichtert und befördert

---

1) Hr. Chev. de Pambour widerſpricht dieſer Erfahrung des Herrn Stephenſon. (Vid. Comptes rendus de l'Academ. de science, 1e semestr. N. 1 u. 3. 1840. Dingler's polyt. Journ. B. LXXVI. S. 242 und 402.

2) Vid. Portefeuille industriel du Conservatoire des arts et métiers, Tom. I. Dingler's pol. Journ. B. LIX. S. 401, wo eine vorzügliche Beſchreibung der vierrädrigen Stephenſon'ſchen Locomotiven mit ſehr inſtructiven Abbildungen gegeben iſt. Die beſte Abbildung einer 6rädrigen Stevenſon'ſchen Locomotive findet man in der neueſten 1838 herausgekommenen Edition von Thom. Tredgold's Werk: the steam engine, its invention and progressive improvement and investigation of its principles and its application to navigation, manufactures and railways, und zwar Seite 407 seq. Locomotiven von verſchiedenen Baumeiſtern ſind in Armengaud's Eiſenbahnweſen beſchrieben und abgebildet.

3) Bei dieſer Anordnung kann ſich die Hitze unmöglich gehörig abſetzen. Sie eilt zu ſchnell an den zu heizenden Wänden vorüber. Zum gehörigen Abſatz derſelben iſt eben ſo ſehr Zeit als Fläche nöthig.

Digitized by Google

einen vollkommenern Verbrennungsproceß, als in dem Ofen der Keſſel mit niederm Drucke, indem es eine durch die Erfahrung erwieſene Thatſache iſt, daß ein lebhafteres Feuer hinſichtlich der Brennſtofferſparung vor einem gedämpftern entſchiedene Vorzüge habe [1]). Für die Anwendung der Gebläſe rückſichtlich der Entwicklung einer intenſivern, ſich ſchneller und kräftiger an den Keſſel abſetzenden Hitze ſprechen auch noch die Ericſon'ſchen Erzeuger, von denen einer zuerſt auf dem Dampfwagen the Novelty verſucht wurde, der die Preisfahrten auf der Liverpool-Mancheſter-Eiſenbahn mitmachte, und den Preis gewonnen hätte, wenn nicht eine Undichtheit am Keſſel entſtanden wäre, von denen ſpäter aber auch noch andere an der Locomotive William IV. und an mehreren Dampf-Feuerſpritzen, deren eine ich in Berlin ſahe, und die theils mit Gebläſen, theils mit Evacuatoren verſehen waren, Anwendung fanden. Schon aus den Verſuchen mit der Novelty [2]) und dem William IV., als auch aus Nimmo's und Bignoles' ſpätern Mittheilungen [3]) ergiebt ſich, daß durch dieſe Erzeuger unfehlbar der Zweck erreicht ſei, mit einer geringen Feuerberührungsfläche am Keſſel eine größere Wirkung als bisher zu erzielen. Freilich hat ſich gefunden, daß bei Anwendung von Gebläſen auf dem Feuerheerde eine ſpitze Stichflamme erzeugt werde, die das Metall der davon getroffenen Keſſeltheile ſchnell zerſtört [4]),

1) Repertory of Patent inventions. Novemb. 1829 p. 641. Ueberſicht in Dingler's polyt. Journ. B. XXXV. S. 47.

2) Mechan. Magazine N. 323, 324 und 325, 17. 24. und 31. October. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXIV, S. 405. XXXV. S. 1 und 145.

3) Aus dem Mechan. Magazine, 5. Jun. N. 556. im Liverpool Albion 31. Mai. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXVII. S. 83.

Mechan. Magaz. 20. Novemb. 1830. pag. 200. — Dingler's pol. Journ. B. XXXIX. S. 81.

4) Mechan. Magaz. N. 332, 19. Decemb. pag. 292. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXV. S. 149.

In neuerer Zeit hat ein Hr. Bennet in Amerika einen alten, von

indeſſen ſind nach den neueſten Erfahrungen die Evacuatoren, bei gleich vortheilhafter Wirkung in Erzeugung einer intenſiven Hitze, dieſem Uebelſtande nicht ſo unterworfen, ein Umſtand, der ihre Anwendung vorzugsweiſe anempfiehlt.

Bei den gewöhnlichen Feurungen der Dampfkeſſel iſt in Hinſicht der vollkommenern Verbrennung des Brenn-

---

Oliver Evans ſchon gemachten Vorſchlag (man ſehe deſſen, von Balcour in ſeiner, im Bulletin de la société d'encour. März 1821 und im Dingler'ſchen polyt. Journ. B. VI. S. 149 von Hrn. Baillet zum Bericht gekommenen Denkſchrift über Dampfmaſchinen mit hoher Preſſung, beſchriebene Vulcanie engine) aufgewärmt, indem er die vermittelſt eines Gebläſes durch's Feuer getriebene Luft nicht als einem Schornſteine, ſondern in den Dampfkeſſel, und zwar unter den Waſſerſpiegel deſſelben, fördern will. Er hat nach ſeiner Behauptung auch mehrere gelungene Verſuche über dieſes Princip angeſtellt, die zum Theile in einem größern Maaßſtabe gemacht ſein ſollen, und die Sache als völlig anwendbar darſtellen. Allerdings würde dieſe Erfindung allen Wärmeſtoff, den das Brennmaterial entwickelt, in Anwendung bringen, und die durch die Hitze ausgedehnte Luft zugleich wirkſam machen, indeſſen ſcheint die Sache wegen Uebergang von Aſche und Rauch in das Waſſer des Keſſels, und der dadurch entſtehenden Verunreinigung deſſelben, ſo wie wegen Durchgangs mancher flüchtigen, die feinern Organe der Maſchine verderbenden und verſchmierenden Stoffe durch die Steuerungsbüchſen und Cylinder große practiſche Schwierigkeiten zu haben, und ſo viel Aufſehn ſie auch anfangs machte, ſo nahe bevorſtehend auch große und wichtige Reſultate davon angekündigt wurden, ſo iſt doch ſeit längerer Zeit keine Rede weiter von ihr geweſen, und es dürfte mit ihr wie mit ſo mancher andern pomphaft angekündigten Erfindung gehn, d. h. das Sprichwort auf ſie Anwendung finden: parturiunt montes etc. Wer die Geſchichte dieſer Erfindung kennen lernen will, der muß nachleſen Echo du monde savant, 1837, N. 72. — Memorial encyclopedique, Mai 1837, pag. 282 — ferner die im Mechan. Magazine, N. 635 p. 388, aus dem Journal of the American Institute aufgenommenen Notizen, und endlich Dingler's polyt. Journ. B. LXV. S. 161 und 234. B. LXVI. S. 241. Schon Cochrane und Alex. Galloway nahmen in England im Jahre 1818 ein Patent auf einen ähnlichen Apparat (vid. Mechan. Magaz. N. 361, 10. Juli 1830. pag. 305 und Dingler's polyt. Journ. B. XXXVII. S. 414), aber auch von dieſem iſt weiter nichts verlautet, er iſt alſo entweder auch nicht ins Leben getreten, oder nicht practiſch anwendbar befunden worden.

Digitized by Google

materials bisher noch immer zu wenig gethan, indem man durch unnöthige Künsteleien einem Uebel abzuhelfen gesucht hat, welches in ganz andern Umständen seine Ursache findet, als in dem Mangel frischer unzersetzter Luft über dem Feuerheerde, auf den bei allen Verbesserungen der Dampfkesselöfen immer so großes Gewicht gelegt wird. Die richtigsten Grundsätze zur Verbesserung der Feurungen hat unstreitig Hr. Wagenmann[1]) aufgestellt. Der Rauch verbrennt nämlich nur dann vollkommen, wenn dem vom Feuer aufsteigenden erhitzten Luftstrome seine Hitze nicht zu schnell entzogen wird, wenn man diese vielmehr über dem Feuerheerde, ehe sie die zu heizenden Apparate berührt, möglichst concentrirt. Das Nachströmen unzersetzter Luft durch den Rost und durch das Feuermaterial wird zugleich durch diese Concentration der Hitze über dem Roste so befördert, daß es an dieser unzersetzten Luft, als zweitem Bedingniß zur Verbrennung des Rauchs, nicht fehlen kann. Einen Luftstrom, der durch den, bei gewöhnlichen Kesselfeurungen gleich über dem Feuerheerde liegenden Kessel schon abgekühlt, und mit Rauch vermischt ist, noch durch einen Zuschub von frischer und kalter, nicht durch's Brennmaterial gegangener Luft oberhalb des Feuerheerds versorgen, heißt ihm unnöthiger Weise noch mehr seine Wärme entziehn, und die Verbrennung des Rauchs um so unvollkommener machen[2]). Vorzüglich nachtheilig für die Feurung und also auch für die Ersparung des Brennmaterials sind alle die Kessel eingerichtet, in welchen der Feuerplatz innerhalb ihres Wasserraums angebracht ist. Wegen ihrer sonstigen Bequemlichkeit, und

1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 3ter Jahrg. S. 100.

2) Man vergl. die in Bernouilli's Anfangsgründen der Dampfmaschinenlehre beschriebenen Vorrichtungen von Wakefield, Parker (l. c. Seite 125 und 126). — Gilbert's Annalen der Physik II. S. 311. — Biblioth. Britann. 1801. — Edimburgh phil. Journ. 1822 pag. 297, pl. X. — Partington's account of the steam engine pag. 54.

Digitized by Google

vorzüglich aus dem Grunde, daß sie keines gemauerten Ofens bedürfen, hat man diese Kessel vorzugsweise auf Dampfschiffen angewandt. Man glaubt bei denselben zugleich sehr an Brennmaterial zu sparen, indem man die Hitze, die bei gewöhnlichen eingemauerten Kesseln an die Ofenwände verloren geht, allein für die zu heizenden Kesselwände verwandt hofft. Hierin hat man sich aber geirrt. Die durch das Brennmaterial erhitzten Gase, die mit dem unverbrannten Rauche sogleich auf die kühlern Wände des Kessels stoßen, und der zur Verbrennung des Rauchs nöthigen Hitze beraubt werden, behalten für diesen Zweck nicht genug von derselben. Dieserhalb lassen die Kessel auf Schiffen mit diesen unzweckmäßig angelegten Feurungen so viel Rauch unbenutzt entweichen, daß die Schiffe oft in eine schwarze undurchdringliche Wolke desselben gehüllt werden. Man kann annehmen, daß bei dieser Art die Kessel zu heizen doppelt so viel Brennmaterial verschwendet werde, als durch die Anwendung eines zweckmäßigen Ofens geschehen wäre.

Hr. v. Valcourt erzählt in seiner Denkschrift [1]) über Dampfmaschinen eine höchst merkwürdige Beobachtung, die er an einer zu Neu-Orleans errichteten Dampfmaschine machte. Er fand nämlich, daß diese Maschine nur die halbe Arbeit that, wenn er den Rost des Ofens 6 Zoll höher als gewöhnlich legte. Sollte dieses sonderbare Ergebniß nicht den Wagenmann'schen Principien und meinen Ansichten darüber das Wort reden? — Gewann doch bei einem niedrigern Stande des Rostes die Hitze mehr Raum über demselben, und kam nicht so schnell mit dem Kessel in Berührung, wurde also nicht zu bald in ihrer Intensität geschwächt. Auch die Erfahrung, daß Kalksteine, in einiger Entfernung über dem Roste, in dem die Hitze zum Kessel bringenden Canale aufgeschichtet, die Wir-

1) Bulletin de la société d'encourag. p. l'ind. nat. März 1821. — Dingler's polytechnisches Journal B. VI. S. 146.

Digitized by Google

kung des Brennmaterials vermehren, spricht für die Richtigkeit jener Principien; denn der glühend werdende Kalkstein vermehrt die Hitze über dem Roste, und befördert so die Verbrennung des Rauches [1]).

In neuerer Zeit hat man einen zu großen Verlust von Hitze aus dem Ofen der Hochdruckdampfkessel auf eine sehr lobenswerthe Weise theils dadurch zu verhüten gesucht, daß man das Speisewasser durch die aus dem Ofen in den Schornstein streichenden Gase noch zu erwärmen strebt, und es zu diesem Zwecke in besondern Gefäßen, sogenannten Vorwärmern, denselben aussetzt, theils aber auch dadurch bedeutend vermindert, daß man den Kessel in mehrere Partieen theilt, die nach der Reihe von der Hitze bestrichen werden, und in die äußerste, und der im Ofen circulirenden Hitze zuletzt ausgesetzte Partie das Speisewasser leitet. Man gewinnt durch beide Vorkehrungen den großen Vortheil, daß die letzte, schon sehr geminderte Hitze des Ofens auf kühlere Partieen des Kessels stößt, und sich so schneller und vollkommener absetzt. Von beiden Vorkehrungen hat auf jeden Fall letztere den Vorzug, denn bei ihr sind die Speisepumpen nicht gezwungen, warmes oder heißes Speisewasser zu pumpen, welcher Umstand, wie wir weiter unten sehen werden, in Absicht auf eine zuverlässige Wirkung dieser wichtigen Apparate, von großem Belange ist.

Zu den Gründen, welche die Gegner der Hochdruckmaschinen in Hinsicht der von ihnen vorgeworfenen Wärmestoffverschwendung aufführen, gehört ferner:

2) Der große Verlust an strahlender Wärme, den diese Maschinen erleiden sollen. In so ferne der Verlust an dieser strahlenden Hitze auf der Oberfläche eines erhitzten Körpers um so größer wird, je heißer dieser ist, und in so ferne viele der bisherigen Hochdruckmaschinenkessel der äußern Atmosphäre eine weit größere Oberfläche darbieten, als

1) Partington account of the steam engine pag. 183.

die ist, worauf das Feuer wirkt, kann keiner in Abrede stellen, daß die Hochdruckmaschinen auf diesem Wege nicht großen Verlust an Wärmestoff erleiden sollten, zumal da manche Kessel, z. B. die auf vielen Dampfwagen, zum Theile sogar jeder Witterung, wenigstens doch einem steten Wechsel kälterer Luftschichten, ausgesetzt sind. Es bleibt ferner eben so unbestritten, daß die in den Hochdruckmaschinen selbst wirkenden sehr heißen Dämpfe durch diesen nachtheiligen Umstand nicht viel von ihrem Wärmestoffe verlieren, und sich dadurch bedeutend wieder verdichten sollten; indessen darf man auf diese Umstände kein so großes Gewicht legen, als der erste Schein vielleicht fordern mögte, muß wenigstens, was die verschiedenen Erbauer der Hochdruckmaschinen, z. B. durch unzweckmäßige Anordnungen und Einrichtungen verbrochen, nicht der guten Sache selbst zum Vorwurfe anrechnen. Ich werde in der Folge zu zeigen Gelegenheit finden, wie grade dieser Einwurf gegen die Anwendung der Hochdruckmaschinen der unwichtigste sei, und wie durch eine zweckmäßige Construction derselben ein solcher Verlust an strahlender Hitze an ihnen leichter und vollkommener verhütet werden könne, als an den Maschinen mit niederm Drucke. Nehmen die heiß arbeitenden Theile an den Hochdruckmaschinen auch eine höhere Temperatur als an letztern an, so verliert dagegen der Umfang dieser Theile in einem sehr günstigen Verhältnisse an Größe und Ausdehnung, und hilft dadurch dem Uebelstande wieder ab. Uebrigens stehen aber auch Mittel genug zu Gebote, selbst an den wenigen, der Einwirkung der Luft nicht zu entziehenden Stellen, das Ausstrahlen von Hitze bedeutend zu vermindern, oder ganz zu verhüten. Die Folge wird dies mehr an's Licht stellen, daher ich hier darüber kein Wort mehr verlieren will.

3) Noch einer der Vorwürfe, welche den Hochdruckmaschinen hinsichtlich der Wärmestoffverschwendung gemacht werden, ist endlich der, daß sie wegen des hohen, in ihnen waltenden Druckes der Dämpfe einen größern Dampfverlust

Digitized by Google

bei der Bewegung des Kolbens im Dampfcylinder und an allen Dichtungsstellen begünstigen. Auch dieser Vorwurf hat wenig oder gar kein Gewicht, wenn Hochdruckmaschinen mit Ueberlegung und Sachkenntniß ausgeführt werden, und wenn man bei ihrem Baue von richtigen Principien ausgeht. Leider kann man nicht sagen, daß die Erfindungen der neuesten Zeit hier zu bessern Resultaten geführt hätten. Man ist vielmehr zum Theil von alten erprobten Einrichtungen zu schlechtern und mangelhaftern übergegangen, und hat offenbar manches verschlimmert, statt verbessert. Dies gilt, wie ich weiter unten zeigen werde, auch von den in neuester Zeit angewandten Kolben. Mangelhafte Einrichtungen thun aber der Zweckmäßigkeit des Princips auch hier keinen Eintrag, und hoffentlich wird man nicht allein bald wieder zum Bessern zurückkehren, sondern die Construction der Hochdruckmaschinen auch auf einen immer vollkommenern Standpunkt zu heben suchen, wenn man ihnen nur erst mehr Aufmerksamkeit schenkt, als bisher leider geschehen ist. Die Eisenbahnangelegenheit eröffnet hier unstreitig günstigere Aussichten, und erregt mehr regen Eifer für die gute Sache. Eine von richtigern Grundsätzen ausgehende Verbesserung dieser herrlichen Maschinen ist aber um so mehr zu hoffen, als wir immer tiefer in die Natur der Wasserdämpfe eindringen, und mit den Mitteln, sie zu beherrschen und ihnen die gehörige Richtung zu geben, immer vertrauter werden. Der Umstand, daß wir an den Maschinen mit niederm Drucke unsere Kräfte schon erprobt und uns nützliche Erfahrungen gesammelt haben, wird uns bei unserm Streben sehr zu Hülfe kommen, und uns in den Stand setzen, in dieser Sphäre uns immer freier und geschickter zu bewegen. Vor allen Dingen dürfen wir aber wegen einer guten Dichtung der Kolben nicht verlegen sein, wenn wir die alte Hanfliederung beibehalten, und sie auf eine für Hochdruckdampf zweckmäßige und zuverlässige Weise einrichten. Dichtungen an andern Stellen der Hochdruck-

Digitized by Google

maſchinen ſind mit gar keinen Schwierigkeiten verbunden, nur müſſen ſie von zweckmäßigen Materialien beſchickt, und mit Genauigkeit ausgeführt werden. Und zum Glück hat man bei dieſen Maſchinen, ſowohl am Kolben als an andern Theilen, mit Dichtungsſtellen von weit geringerem Umfange als bei den Maſchinen mit niederm Drucke zu thun, und kleinere Liederungen und Dichtungen laſſen ſich weit genauer und zweckmäßiger einrichten und beſchicken, als große. Möge man in der Folge dieſe meine Behauptungen durch die That beſtätigt finden, und man das, was ich durch eine längere Erfahrung als beachtenswerth, zuverläſſig und ſicher erprobt habe, mit eben der Unbefangenheit prüfen und würdigen, mit der ich es freimüthig und offen vorlege. Sieht man ſich dabei auch auf manche alte, zum Theil ſchon vergeſſene, wenigſtens kaum mehr beachtete Einrichtungen zurückgeführt, ſo ſcheue man dieſen Rückſchritt nicht. Er iſt kein Rückſchritt im ſchlechtern, ſondern im beſſern Sinne. Wer im Maſchinenbaufache ſich viel und lange bewegt hat, der wird oft die Beobachtung gemacht haben, daß auch in dieſem Fache, ſo wie im übrigen Leben, ein Auf- und Abſteigen, ein Wellenſchlag ſich unverkennbar kund gebe, wobei Altes und Neues, Gutes und Schlechtes in ſtetem Wirbel ſich drehen und beides wechſelſeitig auftaucht und in's Leben eingreift. Ein denkender und ruhig beobachtender Mechaniker wird mitten in dieſem Wogen ſicher das Steuer leiten, und das Brauchbare feſthalten, wo er es auch finde, in der Höhe, oder der Tiefe der Alltäglichkeit und Vergeſſenheit.

III.

Ein dritter Einwurf, den man ſelbſt häufig von Kunſtverſtändigen machen hört [1]), iſt der: daß man in den Hoch-

1) Man vergleiche hier Joſ. v. Baader's oben ſchon angeführte Bemerkungen über die von Herrn v. Reichenbach angekündigte Verbeſſerung der Dampfmaſchine ꝛc.

Digitized by Google

druckmaschinen durch Aufopferung des leeren Raums im Cylinder einen großen Kraftverlust erleide. — Wenn dieser leere Raum bei den Maschinen mit niederm Drucke ohne Opfer an Kraft gebildet und erhalten würde, so mögte dieser Einwurf allenfalls einiges Gewicht gewinnen; da die Erfahrung aber zeigt, daß der Nutzeffect dieser Maschinen, theils durch die Unvollkommenheit der Leere, theils durch die zur Bildung und Erhaltung derselben nöthigen, und in Bewegung zu setzenden Apparate, als die Luft- und Kaltwasserpumpe, und durch manche andere, bei Anwendung eines gewöhnlichen Condensationsapparates herbeigeführte Hindernisse, in dem Maaße vermindert werde, daß von 17 Pfund absoluten Druckes [1]) gewöhnlich nur 7, und in schlechten Maschinen noch weniger, an effectiven auf den Quadratzoll des Kolben übrig bleiben, so kann man sagen, daß der wirkliche, durch Anwendung der Condensation erreichte Gewinn an Effect nur $4\frac{1}{2}$ bis 5 Pfund für den Quadratzoll der Kolbenoberfläche, also nur den dritten Theil des wirklichen Drucks der Atmosphäre betrage. Man muß einräumen, daß dieser Gewinn schon bei Anwendung des Hochdruckdampfmaschinen-Princips in einer geringen Ausdehnung durch die dabei obwaltenden, weiter unten berührten Vortheile, vorzüglich aber durch die dabei in Anspruch kommende weit geringere Hindernißlast (eine Folge ihrer viel einfachern Construction und ihrer mindern Größenverhältnisse), durch den Mangel aller der vielen Pumpen und Pumpenstangen, der großen in Bewegung zu setzenden Metallmassen, durch den kleinern Durchmesser des Cylinders, und die geringere Reibungsfläche des Kolben darin ꝛc., überwogen werde. Gar keine Berücksichtigung verdient obiger Einwurf, wenn Dämpfe von höhern Spannungen, z. B. von 7 bis 8 Atmosphären Druck angewandt wer-

1) Der Druck der Atmosphäre beträgt nur ohngefähr 15 U. auf den Quadratzoll, 2 U. kommen hier auf das Uebergewicht des Dampfdrucks über den Druck der Atmosphäre. Mit diesem Uebergewichte arbeiten nämlich in der Regel die Watt'schen Maschinen, und ihr Sicherheitsventil ist in den meisten Fällen mit 4 U. für den Quadratzoll belastet.

Digitized by Google

den; denn da die Kolbenfläche in einer Hochdruckmaschine im Verhältnisse zum beabsichtigten Drucke immer kleiner wird, je höher der Druck der Dämpfe in der Maschine steigt, so wird auch der Verlust des luftleeren Raums immer weniger fühlbar, während die übrigen eben erwähnten Vortheile der Anwendung des hohen Druckes wachsen. Dieserhalb ist nicht schwer einzusehen, daß diese Vortheile des Hochdruckdampfes immer größer ausfallen, mit je höherer Spannung man ihn in der Maschine anwendet, so wie es von der andern Seite eben so einleuchtend ist, daß ein offenbarer Verlust an Dampf und Feurung entstehen müsse; wenn man Hochdruckmaschinen mit zu niedrigem Drucke, z. B. mit dem von 2 oder 3 Atmosphären betreiben wollte, wie dies bedauerlich noch sehr viel in England, Frankreich und dem Continente überhaupt der Fall ist. So würde eine mit 2 Atmosphären Dampfdruck arbeitende Hochdruckmaschine von 10 Pferdeskräften, um ein Beispiel hier anzuführen, fast doppelt so viel Dampf als eine gleiche Maschine von niederm Drucke gebrauchen. Sie müßte nämlich fast dieselben Dimensionen haben, die man einer solchen Maschine von niederm Drucke giebt, und wegen der fehlenden Leere statt mit einfachem, mit zweifachem Dampfe betrieben werden, um denselben Effect hervorzubringen. Hier würde also eine Kraft von beinahe 10 Pferden buchstäblich durch die Aufopferung der Leere verloren gehn, d. h. fast eben so viel, als die Leistung der Maschine überall beträgt. Wie vortheilhaft stellen sich einer solchen Maschine die mit 8 bis 10 Atmosphären wirkenden, und das Expansionsprincip in Anwendung bringenden Amerikanischen, und die von mir gebauten Maschinen entgegen, die auf die Kraft von 10 Pferden kaum die von 2 durch Aufopferung der Leere einbüßen, ein Verlust, der gegen die übrigen Vortheile einer solchen Maschine, namentlich gegen diejenigen, die durch eine ausgedehnte Anwendung des Expansionsprincipes in denselben erreicht werden, völlig verschwindet. Noch vortheilhafter gestaltet sich die Sache, wenn man statt des Druckes von 8 Atmosphären den von 16 anwenden wollte, indem dann auf eine Kraft von 10 Pferden noch keine ganze Pferdeskraft

Digitized by Google

verloren gehen könnte. Leider schreibt uns nur die in höhern Druckgraden immer mehr zunehmende Temperatur der Dämpfe und die immer größer werdende Schwierigkeit, die Maschine und den Gang ihrer einzelnen Theile dicht zu halten, und eine zu starke Abnutzung, vorzüglich in den Organen, wo Metallflächen auf einander reiben, gewisse Grenzen bei Verfolgung des höhern Druckes vor, die sehr schwer überschritten werden können.

IV.

Ein vierter Einwurf gegen die Vortheile der Hochdruckmaschinen ist der, daß sie zum Zwecke der Schlüpfrigerhaltung des Kolben, der Kolbenstange und der Steurungsorgane mehr Schmiere gebrauchen sollen, als die von niederm Drucke. Man will diesem Einwurfe zum Theil dadurch mehr Gewicht geben, daß man behauptet: die Schmiere verflüchtige sich in der hohen Temperatur, worin die Maschinen arbeiten.

Daß Fett, animalisches sowohl als vegetabilisches, erst bei einer Temperatur von beinahe 220° Reaum. siedet, bei niedern Wärmegraden aber nicht, wie das Wasser, verdunstet, in Hochdruckmaschinen von 8—10 Atmosphären Druck (höher empfehle ich den Dampfdruck nicht zu steigern), wo nur ungefähr die Hälfte dieser Temperatur erreicht wird, bedeutend verdampfen solle, ist wohl nicht zu glauben, auch hat die Erfahrung diese Behauptung keineswegs gerechtfertigt, wenn wir nicht die Hochdruckmaschinen des Herrn Perkins ausnehmen wollen, in welchen das zur Kolbenschmiere verwandte Fett (halb gutes Baumöl und halb russischer Talg) sich etwas chemisch zersetzt haben soll, die aber auch mit einem viel höhern Drucke als den von 8—10 Atmosphären gearbeitet haben, wenn man anders Herrn Perkin's Angaben Vertrauen schenken darf. Mit Recht muß ich aber auch hier den Skeptiker machen, indem ich bei meiner in England erbauten Dampfmaschine von 40 Atmosphären Dampfdruck nie eine solche Zersetzung wahrgenommen, vielmehr immer die Bemerkung gemacht habe, daß

Digitized by Google

sie ungewöhnlich wenig Fett, nicht den achten Theil des zur Ingangerhaltung einer Niedrigdruckmaschine und zur Lubrificirung ihrer Kolben nöthigen, gebrauchte. Ueberhaupt bin ich der Meinung, daß das in die Cylinder der Dampfmaschinen gebrachte Fett sich nur verschmiere, nie verflüchtige und zersetze. Es wird mit den im Cylinder an den Wänden desselben sich verdichtenden Dämpfen mechanisch vermengt, und mit diesen zu den Ausflußöffnungen, beim Ausblasen der Dämpfe aus der Maschine, herausgetrieben. Dieserhalb nimmt das in den Abzugsröhren der Hochdruckmaschinen sich sammelnde Wasser immer eine milchigte Beschaffenheit an, und sieht gewöhnlich aus, als wenn Seife darin aufgelöst wäre. Bei den Maschinen des Herrn Maschinenbauer Freund in Berlin, in welchen die Dämpfe in einem röhrenförmigen Condensator ohne Einspritzung verdichtet werden, kann man die nämliche Erscheinung beobachten. Sollte jemand glauben, daß jene schwarze, sich oft ganz erhärtende Materie, die schlechter Talg in den Dampfmaschinen zurückläßt, und die sehr schädlich auf die Liederungen, die Cylinder und die Kolbenstange einwirkt, von einer Zersetzung des Talges herrühre, so ist er sehr im Irrthume; denn diese schwarze Materie ist weiter nichts, als eine Verhärtung der aus schlechtem Talge nicht vollkommen genug abgeschiedenen Fleischtheile, so wie das den Talg in seinen Zellen enthaltende Zellgewebe. Diese den Talg verunreinigenden Körper hat man in neuester Zeit sehr rein durch Anwendung von Schwefelsäure beim Schmelzen des Talges auszuscheiden gelernt, indessen bleibt dafür leicht freie Schwefelsäure in demselben, die den Cylinder und die Dampfschieber, so wie die Liederungen einer Dampfmaschine ungemein verdirbt.

Meinen Erfahrungen zufolge braucht eine Hochdruckmaschine bedeutend weniger Schmiere für die Kolben- und Kolbenstangenliederungen als eine Niedrigdruckmaschine. Ist es einmal erwiesen, daß das als Schmiere angewendete Fett sich weder verflüchtige, noch zersetze, so ist der geringere Verbrauch an Lubrificationsmitteln bei den Hochdruckmaschinen leicht aus dem Umstande erklärlich, daß die Kolben und Kolbenstangen-

Digitized by Google

reibungen in denselben an viel kleineren Flächen Statt finden, und deshalb in dem Maaße weniger eines Lubrificationsmittels bedürfen, als diese Flächen an Größe abnehmen. Klagen die Besitzer von Hochdruckmaschinen über den Verbrauch vieler Kolbenschmiere, so darf man sicher annehmen, daß die Maschinenwärter die Anwendung derselben unnöthig übertreiben. Die Erscheinung der milchigten Flüssigkeit an den Ausflußkanälen der Dampfmaschinen ist, wie ich vorhin gezeigt habe, sowohl den Maschinen mit niederm als denen mit hohem Drucke eigen, läßt also keinesweges auf eine größere Zersetzung des Fettes in den Hochdruckmaschinen schließen.

V.

Nach einem fünften Einwurfe sollen die Hochdruckmaschinen leichter der Zerstörung ihrer arbeitenden Theile, und daher öfteren Reparaturen und Unterbrechungen in ihrem Gange unterworfen sein, als die von niederm Drucke.

Diesen Einwurf kann ich nur da gelten lassen, wo bei den reibenden Theilen der eigentlichen Maschinen Metallflächen bei übermäßiger Temperatur gegenseitig auf einander einwirken. Meine späteren Erfahrungen haben mich überzeugt, daß bei einem Dampfdrucke von 8 bis 10 Atmosphären eine Reibung zwischen solchen Flächen keinen Nachtheil bringe, wenn nicht ein zu starker mechanischer Druck darauf einwirkt, wie dies bei Dampfschiebern (slides), wenn sie unzweckmäßig gebaut, und dem Schwingezapfen oscyllirender Cylinder der Fall ist, wenn die zur Maschine strömenden und aus derselben wieder auftretenden Dämpfe durch sie geleitet werden. Zwar habe ich an meiner im Dingler'schen Journale beschriebenen Dampfmaschine mit sehr hohem Drucke [1]) den Beweis geliefert, daß man eine solche Reibung zwischen Metallflächen an heiß arbeitenden Theilen ganz vermeiden könne, indessen ist der gefundene Ausweg auch nicht ohne Schwierigkeiten und Mängel, und durch

1) Dingler's polyt. Journal Band XXXII. S. 1.

Digitized by Google

eine längere Praxis im Maschinenbaufache habe ich meine frühern Ansichten auch in diesem Stücke umzuändern mich gezwungen gesehen, indem ich überzeugt wurde, daß die Anwendung von Schiebersteurungen weit bequemer und zuverlässiger, und der der Ventilsteurungen in mehr als einer Rücksicht vorzuziehen sei. Ventile verlieren nämlich bei den geringsten Unreinigkeiten im Fett, durch abgängige Hanffasern von den Liederungen des Kolben und der Stopfbüchsen, und durch andere fremde Körper in der Maschine leicht ihren vollkommenen Schluß, und verursachen dann große Unordnungen und Verlüste beim Zu- und Abströmen der Dämpfe im Cylinder, da Hochdruckdampf ein äußerst durchdringendes Fluidum ist, und durch kleine undichte Stellen schon in großen Massen entweicht. Ich leugne nicht, daß ich früher sehr gegen die Schiebersteurungen eingenommen war, indessen war ich dies nur in Beziehung auf sehr hohen Druck, der mich bei Niederschreibung meiner in's Dingler'sche polyt. Journal niedergelegten Beleuchtung und Würdigung des Hochdruckdampfmaschinen-Princips [1]) noch sehr beschäftigte, und mein Interesse gefesselt hielt. Seitdem ich aber gezwungen war, als practischer Maschinenbauer einen sichern Weg zu gehn, um meinen Bestellern die gehörigen Garantieen geben zu können, habe ich auf ältere erprobtere Apparate und Einrichtungen wieder mehr Gewicht legen müssen, und, um die Schiebersteurungen um so sicherer und furchtloser anwenden zu können, den Druck der Dämpfe in meinen Maschinen mehr gemäßigt, und erfahren, daß ich mich sehr wohl dabei befinde, indem ich die Vortheile der Hochdruckmaschinen im genügenden Maaße ärndte, ohne den Unbequemlichkeiten und Schwierigkeiten, die die Anwendung eines sehr hohen Drucks doch hie und da in ihrem Gefolge hat, ausgesetzt zu sein. Wenn nun gleich diese Tendenz vielleicht weniger wissenschaftlich als die frühere, von manchem gar inconsequent gescholten werden sollte, so ist doch nicht zu verkennen, daß sie ächt practisch und fruchtbringend für das Leben sei, und ich will mich lieber für jetzt einer

2) l. c. B. XXVII. S. 81.

Digitized by Google

Inconsequenz bezüchtigen lassen, als halsstarrig in einmal angenommenen Meinungen verharren, deren Früchte für das Leben noch in weiter Ferne liegen. Daß ich im Felde eines sehr hohen Druckes manches geleistet habe, was bisher noch nicht ausgeführt und bekannt war, ist zu meiner großen Genugthuung öffentlich anerkannt, und das von mir wirklich Geleistete freundlich und schonend beurtheilt und gewürdigt worden; daß ich, so oft es meine Verhältnisse erlauben, auf der begonnenen Bahn weiter zu schreiten versuchen werde, dürfen sich alle überzeugt halten, die sich für meine frühern Bemühungen auf eine für mich so aufmunternde Weise interessirt haben. Irre ich mich nicht, so hat auch meine spätere practische Tendenz als Maschinenbauer eine gute Sache weiter gefördert, und dies ist Antrieb für mich genug, mich mittheilend darüber auszusprechen, indem ich nützlich zu wirken immer den besten und uneigennützigsten Willen habe.

Wie die Apparate zur Fortpflanzung der durch den Dampf gegebenen Bewegung des Kolben in den Hochdruckmaschinen, in Hinsicht ihrer Zusammenfügungen und deren Dauerhaftigkeit, mehr Schwierigkeiten bringen können, als in den Maschinen mit niederm Drucke, ist mir in der That unbegreiflich. Was findet sich in dieser Rücksicht denn wesentlich Verschiedenes bei beiden? — Ist die Kraft der Kolben für gleiche Zwecke darin nicht dieselbe? — Sollte die bei Eintritt der Dämpfe in die arbeitenden Cylinder auf den Kolben derselben plötzlich fallende Dampflast nicht in beiden (d. h. bei Maschinen von gleicher Kraft) völlig gleich, ja bei Hochdruckmaschinen nicht eher geringer sein, da sie bei wenigerer Hindernißlast auch weniger absoluten Totaldruck auf den Kolben fordern? Kann daher angenommen werden, daß der in einem solchen Momente auf die die Bewegung fortleitenden Organe wirkende Stoß und Druck heftiger und zerstörender bei letzteren sei, als bei denen mit niederm Drucke? — Und was hindert die Maschinenbauer, diesen Organen die an Maschinen mit niederm Drucke gewohnte Stärke und Dauerhaftigkeit zu geben? — Läßt sich diese Stärke nicht nach Belieben erhöhen, wenn man das Expansionsprincip

Digitized by Google

anwendet, und von der ungleichen Action des Kolbens dabei fürchten sollte? Kann der nach und nach abnehmende Effect des Kolbens einer Expansionsmaschine für jene Organe mehr Nachtheil bringen, als die große Last, die beim Eintritte der Dämpfe in die Maschinen mit niederm Drucke auf ihren Kolben fallen muß, damit sie bei ihrer größern Hindernißlast mit den Hochdruckmaschinen einen gleichen Effect hervorbringen? Und welche plötzlichen Erschütterungen erfahren die Maschinen mit Condensation nicht bei der Bewegung ihrer Luftpumpe in dem Augenblicke, in welchem diese sich ihres Wassers und ihrer Luft entladet. Setzt sich doch hier plötzlich der ganze Druck der Atmosphäre ihrer Bewegung entgegen, und zwar mit solcher Heftigkeit, daß die stärksten Zugstangen derselben in diesem Acte heftig zu zittern beginnen, und daß man sogar einen durch die ganze Maschine fühl- und hörbaren Stoß wahrnimmt. Wer könnte an den einfachen Hochdruckmaschinen etwas Aehnliches aufweisen? — Erlaubt die Einfachheit und Gedrungenheit ihrer Form aber nicht grade die größte Sicherheit in ihren Bewegungen und die höchste Dauerhaftigkeit in ihrer Construction?

Freilich aber haben die Hochdruckmaschinen in Hinsicht dieser ihrer Dauerhaftigkeit vielfältig in Mißcredit kommen müssen, wenn sie in der Art construirt werden, wie man sie häufig in England zu beobachten Gelegenheit hat. Um ihrer Form etwas Gefälliges zu geben, ist man nämlich in den Fehler verfallen, die Verhältnisse ihrer einzelnen Theile zu einander denen der Maschinen mit niederm Drucke gleich zu machen, namentlich den die Bewegung des Kolbens fortpflanzenden Organen, den kleineren Dimensionen der Cylinder gemäß, eine geringere Größe und Ausdehnung, also auch eine schwächere Structur zu geben, und da haben denn natürlich diese Organe bei höherm Drucke immer zu schwach ausfallen müssen. Einen Beweis hiezu liefern die wirklich unter aller Critik stehenden klappernden und rumpligten Hochdruckmaschinen der frühern Dampfwagen in England. Ueberhaupt ist man in diesem Lande bei der Verfertigung der Hochdruckmaschinen viel zu nachlässig, die meisten Maschinenbauer sind nicht einmal darauf eingerichtet.

Digitized by Google

Deswegen kann man die englischen Producte in dieser Rücksicht keineswegs als solche Muster der Bauart aufstellen, als man die daher kommenden Maschinen mit niederm Drucke anzuerkennen sich gedrungen fühlt.

Wenn ich nun hiemit einige der wichtigsten Einwürfe gegen die Anwendung der Hochdruckmaschinen möglichst widerlegt, und bei der Widerlegung gezeigt habe, daß diese Maschinen, so wie sie bis jetzt bestanden haben, großer Reformen bedürfen, wenn alle die bisherigen Mängel in ihrer Construction gehoben werden sollen, zugleich aber auch auf die Möglichkeit der Ausführung dieser nöthigen Reform hingewiesen habe, so sei es mir nun auch vergönnt, die großen Vortheile, die die Anlage und Anwendung dieser herrlichen Dampfmaschinen darbietet, aufzuzählen und zu würdigen, und dadurch die Aufmerksamkeit der Verbesserer möglichst auf diesen Gegenstand zu lenken. Sollte das bisher Gesagte dazu beitragen, diese Verbesserer auf den richtigen Standpunkt zu heben, von welchem ihre Pläne und Entwürfe ausgehen müssen, so fühle ich mich für diese kleine Arbeit reichlich belohnt. Sie bietet indessen als Einleitung zur Beschreibung meiner neuen Dampfmaschine auch einen Maaßstab der Grundsätze dar, von welchen ich bei meinen Verbesserungen ausgegangen bin.

Zu den großen Vortheilen, die die Anwendung der Hochdruckmaschinen in Vergleich mit denen von niederm Drucke gewähren, gehören vorzüglich folgende:

1) Die Maschinen sind viel einfacher als jene, und haben in Verhältniß ihrer Wirkung einen viel kleinern Umfang und ein kleineres Gewicht. Sie sind deshalb mit weniger Kosten zu erbauen und zu erhalten, sind compendiöser, und nehmen weniger Raum ein. Für's Erste bedarf man nur eines Cylinders von weit geringerem Durchmesser, um eine gleich große Wirkung hervorzubringen. Da die Hublänge der Kolben selten so groß ist, als bei den Maschinen mit niederm Drucke, und die Kolbenhübe wegen

Digitized by Google

fehlender Condensation viel schneller wechseln können, so spart man dadurch an Größe so mancher andern Apparate, vorzüglich aller derer, die die Kolbenbewegung auf die Kurbel übertragen, und an dem Umfange und an dem Gewichte der Schwungräder; es fallen der Condensationsapparat mit seinen Pumpen, der Luft- und Kaltenwasserpumpe, und alle künstlichen Vorrichtungen zu ihrer Bewegung am Balancier, so wie alle Wasserbehälter, Grundgrabungen, Brunnen und Röhrenleitungen zur Herbeischaffung des Kühlwassers weg. Viele Kolben und Ventile, auf deren dichtes Schließen Aufmerksamkeit verwandt werden muß, werden hier ganz entbehrlich, und man bedarf des vielen Fettes nicht, um erstere immer schlüpfrig zu erhalten. Es sind ferner die vielen künstlichen Zusammensetzungen von Röhren, daher die vielen Dichtungen unnöthig. Ueberhaupt sind alle Theile weniger colossal und unbeholfen, und man braucht zum Bau der Maschinen lange nicht die großen Metallmassen, sie werden deshalb nicht so schwer und intransportabel. Ihres geringern Gewichtes wegen passen sie auch allein nur für die Dampfwagen.

Es ist jedoch zu bemerken, daß diese gerühmten Vortheile nur von den Maschinen selbst, nicht aber immer von ihren Kesseln gelten. Da nämlich trotz des kleinern Durchmessers des Dampfcylinders doch in vielen Fällen eine wenigstens halb so große Menge Wassers verdampft werden muß, als bei Niedrigdruckmaschinen von gleicher Wirksamkeit, so können die Dampfentwicklungsapparate der Hochdruckmaschinen, bei ihrer gewöhnlichen Einrichtung, denen der Maschinen mit niederm Drucke, in Hinsicht ihres Umfanges und ihrer Größe, nicht so sehr bedeutend nachstehen, als es anfangs scheinen mögte. Dazu kommt noch, daß sie bei der bisherigen unzweckmäßigen Bauart, der höhern Elasticität der in ihnen entwickelten und sich ansammelnden Dämpfe wegen, weit stärker, fester und sicherer gebaut werden müssen, um dem Drucke der-

Digitized by Google

selben den gehörigen Widerstand leisten zu können. Dies gilt vorzüglich für den Fall, wenn die Kessel von Gußeisen verfertigt werden.

2) Sie finden weniger Reibung und überhaupt weniger Hindernißlast in sich selbst, weil nicht so viele und große reibende Flächen an denselben vorhanden sind. Es fehlt nämlich ein großer Theil der an den Maschinen mit niederm Drucke gewöhnlichen Zapfenlager, Charniere ꝛc. Die Anzahl der sich bewegenden Kolben ist geringer, und der Durchmesser, und also auch die Größe der reibenden Oberfläche an den vorhandenen viel unbeträchtlicher. Wegen des geringern Gewichtes der Schwungräder ist der Druck auf die Zapfenlager der Welle nicht so groß, und daher ihre Reibung geringer. Die zu bewegenden Massen sind überhaupt kleiner, daher auch leichter in Bewegung zu setzen und zu erhalten. Es fehlen die Luft- und Kaltewasserpumpe, Apparate, die wegen des großen Widerstandes, den erstere bei ihrer Bewegung durch den Druck der Atmosphäre, letztere durch Hebung einer oft nicht unbedeutenden Wassersäule erfahren, sehr die Kraft der Maschinen mit niederm Drucke vermindern. Außer dem Kolben im Dampfcylinder giebt es an Hochdruckmaschinen eigentlich keinen, als den an der Speisepumpe, und dieser kommt sowohl in Hinsicht seiner Reibung, als in Rücksicht der zu verrichtenden Arbeit, kaum in Betracht.

3) Die Maschinen gehen öconomischer mit den Dämpfen um, denn:

a) in denselben wirkt der Dampf so zu sagen nur positiv, und wird nicht wieder verdichtet, also nicht alle des kostspielig erzeugten Wärmestoffs wieder beraubt. Dieserhalb kann man denselben zu vielen andern Funktionen wieder benutzen, z. B. das Speisewasser für den Kessel dadurch erhitzen, Speisen kochen, Zimmer und große Räume wärmen, Trockenapparate dadurch heizen ꝛc. In Fabriken, wo große Pfannen, Kessel und Blasen zu heizen, bedeutende Säle und Trocken-

Digitized by Google

vorrichtungen ꝛc. zu erwärmen sind, hat man auf diese Weise die Kraft der Dampfmaschine fast umsonst [1]).

b) Es findet keine so starke Verdichtung der Dämpfe im Dampfcylinder Statt. Man ist hier meiner Meinung nach bisher von ganz irrigen Principien ausgegangen. Während man nämlich den Grundsatz aufstellte, daß Dämpfe von höherer Temperatur mehr der Verdichtung ausgesetzt seien, als weniger heiße, indem die Mittheilung der Wärme von einem Körper an den andern um so stärker sei, je mehr beide in Hinsicht der Temperatur von einander differiren, so übersah man bei den Maschinen mit niederm Drucke einen Umstand, den ich hier kurz auseinanderzusetzen mich bemühen werde, indem ich ihn für eine nicht geringe Quelle von Wärmestoffverschwendung halte.

Watt wollte durch seinen Condensator die durch die Einspritzung bei den Newcomen'schen Cylindern eintretende Abkühlung derselben verhüten, scheint mir aber den Umstand übersehen zu haben, daß Dämpfe, die condensirt werden, sich vorher nach und nach verdünnen, bevor sie ganz aus dem Cylinder in den Condensator ziehn, und mit dieser Verdünnung verhältnißmäßig an Temperatur abnehmen; daß sie ferner bei dieser Temperaturverminderung eine Neigung haben, den, durch die Berührung der vorher gewirkt habenden Dämpfe, erhitzten Cylinderwänden ihren Wärmestoff zu entziehen, und so mehr freie Wärme mit sich in den Condensator zu führen, als ihnen ihrer Spannkraft nach zukommt. Daß Watt und nachher Woolf diesen Umstand gar nicht berücksichtigt

1) Ich machte auf diesen Umstand schon vor 14 Jahren aufmerksam, nachdem ich schon seit 25 Jahren Versuche zu diesem Zwecke angestellt hatte. Seitdem habe ich Gelegenheit gehabt, mehrere größere und kleinere Anlagen für die Benutzung der aus der Hochdruckmaschine kommenden Dämpfe zu machen, deren ich weiter unten Erwähnung thun werde.

Digitized by Google

haben, beweisen ihre Dampfkapseln, womit sie den oder die Cylinder umgeben, bei deren Anwendung aber natürlich dieser Nachtheil noch vergrößert wird, indem nun die Absetzung der Hitze der Cylinderwände nicht durch die, durch diese Absetzung herbeigeführte Temperaturverminderung beschränkt wird. Wir wundern uns immer, woher das zum Verdichten der Dämpfe im Condensator nöthige Wasserquantum viel größer ausfalle, als das Calcül ergiebt, und schieben unbilliger Weise allein die Schuld auf die Undichtheit der Kolbenliederung, da doch die auf diese Weise herbeigeführte Wärmestoffverschwendung, wie ich darzulegen bemüht gewesen bin, zum Theil Grund in ganz andern Umständen hat. — Wenn nun aber diese den Cylinderwänden angethane Wärmestoffentziehung nicht geleugnet werden kann, so gebe ich zu bedenken, welcher Verlust an Temperatur dadurch den nachher wirkenden Dämpfen zugefügt werde, indem diese nun jedesmal die Cylinderwände auf die ihnen zukommende Temperatur zu heben haben. Daß dieser Verlust in den Cylindern mit Dampfkapseln auf Rechnung des in den Kapseln enthaltenen Dampfes komme, erachte ich für überflüssig anzuführen.

Aber, möchte man mich fragen, findet denn ein solcher Wärmeverlust in den Hochdruckmaschinen gar nicht Statt? — Allerdings, indessen ist hier zu erwägen, daß die Cylinderwände dieser Maschinen kleiner im Verhältnisse zu der daraus entweichenden Dampfmasse sind, daß das Abströmen der Dämpfe zu schnell, und in einem zu öftern Wechsel Statt findet, so also das Entziehen von Hitze, welches doch immer eine gewisse Zeit erfordert, nicht bedeutend werden kann. Uebrigens kommt dieser kleine Verlust bei Maschinen, die die Dämpfe expansiv benutzen, und deren abströmende Dämpfe anderweitig nützlich verwandt werden können, um so weniger in Betracht.

Digitized by Google

4) Die Maſchinen brauchen, da ſie ohne Condenſator arbeiten, nicht den immerwährenden Zufluß von kaltem Waſſer, der in manchen Gegenden, an manchen Orten und manchen Gelegenheiten ſehr ſchwer zu haben iſt, und, wo er gewonnen werden kann, oft eine bedeutende Grundgrabung, die Anlegung von Brunnen und Röhrenleitungen, ja ſogar eigene Apparate zur Abkühlung des Verdichtungswaſſers, die doch die Koſten für die Anlage der Maſchinen ſehr vergrößern, erfordern [1]). Bei Seedampfſchiffen, die die Linie paſſiren müſſen, iſt unter dieſer nicht einmal kaltes Verdichtungswaſſer zu haben, da die See daſelbſt nicht ſelten eine Temperatur von 90 bis 95° Fahrenh. hat. Welches Uebergewicht in dieſem Falle die Hochdruckmaſchinen haben, iſt bis jetzt noch gar nicht einmal recht zur Sprache gekommen.

5) Die Hochdruckmaſchinen erfordern zwar bei dem großen Drucke der in ihnen wirkenden Dämpfe eine größere Aufmerkſamkeit und Genauigkeit beim Dichten ihrer Zuſammenſetzungen, dafür haben ſie aber auch wieder den großen Vortheil, daß Undichtheiten an ihnen eher aufzufinden ſind, als an den Maſchinen mit niederm Drucke. Da nämlich an den undichten Stellen ſogleich Dampf ausſtrömt, der an der Luft ſichtbar wird, ſo hat man an dieſem Ausſtrömen ein leichtes Merkmal, ſogar über den größern oder niedern Grad der Undichtheit, da man doch an den Maſchinen mit niederm Drucke ein etwaniges Durchdringen von Luft in den leeren Raum derſelben durchaus nicht wahrnehmen kann.

6) Beim Angehenlaſſen der Hochdruckmaſchinen braucht man nicht, wie bei denen mit niederm Drucke, die Luft aus der Maſchine erſt durch Dämpfe ausblaſen zu laſſen, verliert dabei alſo weder ſo viel Zeit, noch ſo viele Dämpfe, wie bei jenen. Die Anweſenheit der Luft nützt bei Hochdruckmaſchinen eher, als ſie ſchadet, indem dieſelbe, durch die

1) Dingler's polytechn. Journal B. XXVI. S. 37.

Digitized by Google

heißen Dämpfe expandirt, ein Agens zur ersten Ingangsetzung der Maschine mehr wird.

7) Die Hochdruckmaschinen lassen eine momentane, oft auch anhaltende, Steigerung ihrer gesetzlichen Kraft zu, ohne daß etwas anderes erforderlich wäre, als die Kessel auf die, zu solcher Steigerung nöthige, höhere Dampfproduction einzurichten und vorzubereiten. Die Anwendung eines höhern Dampfdrucks in der Maschine ist nämlich zu jeder Zeit zulässig, ohne daß es besonderer Vorbereitungen und Veränderungen in ihrer Haushaltung bedürfte. Alle ihre Organe sind zu jeder Zeit im Stande, den höhern Dampfdruck aufzunehmen und zu verwenden, während in den Maschinen mit niederm Drucke der Condensator und die zu ihm gehörigen Apparate, vorzüglich aber die Einspritzung von kaltem Wasser und der kubische Inhalt der Luftpumpen strenge genommen, nur auf eine gewisse Menge zu verdichtender Dämpfe eingerichtet sind, bei momentan stärkerer Anwendung von Dampf im Dampfcylinder die Leere daher unvollkommen ausfallen, und so die gehoffte Steigerung des Effectes der Maschine vereitelt werden muß [1]). Aus diesem Grunde sind die Hochdruckmaschinen ganz vorzüglich auf Dampfwagen und Dampfschiffen anwendbar. Man wird den hier berührten Vortheil derselben aber um so eher erreichen, wenn man ihre Kessel von solcher Größe baut, daß solche auch für stärkere Leistungen Dampf genug entwickeln. Beim gewöhnlichen Gange der Maschine bedarf es dann nichts weiter, als daß man das Feuer nur in mäßiger Stärke nähre, und so die Dampfentwicklung auf einem mittlern Standpunkte zwischen Maximum und Minimum erhalte. Herr Gurney wendet in dem Kessel seiner Dampfwagen beständig einen höhern Dampfdruck an, als er in der Maschine bei gewöhnlicher Leistung braucht. Dieser höhere Druck übertrifft den in der Maschine wirksamen oft

1) Vid. Dingler's polyt. Journ. B. XLII. S. 171 die Note unten.

Digitized by Google

um 2 bis 3 Atmosphären. Er erreicht ihn durch gehörige Verengerung der Drosselklappenöffnung. Hat er mit seinem Wagen Anhöhen zu ersteigen, so öffnet er die Drosselklappe mehr, und läßt den Dampf mit höherm Drucke in die Maschine treten, worauf diese den größern, beim Ansteigen des Berges vorfindenden Widerstand zu besiegen im Stande ist. Diese Einrichtung ist eben so zweckmäßig, als sie, nach dem früher schon Gesagten, öconomisch in Hinsicht des Brennmaterialverbrauchs der Maschine genannt werden kann.

8) Hochdruckmaschinen haben auch den großen Vortheil bei ihrer Anwendung, daß man nach der Art des Ausblasens der Dämpfe aus ihrem Exhaustionsrohre sehr leicht und bequem den Zustand der Dampfdichtigkeit des Kolben beurtheilen kann. Ich bringe, um diese Beobachtung zu erleichtern, an dem Exhaustionsrohre eine kleine Oeffnung an, die für gewöhnlich mit einem kleinen hölzernen Pfropfen verstopft ist. Dieser wird bei anzustellender Untersuchung über das Verhalten der ausströmenden Dämpfe ausgezogen, wo dann der Dampf aus dieser Oeffnung in derselben Art, wie aus dem Exhaustionsrohre selbst ausströmt. An den Maschinen mit niederm Drucke giebt zwar die größere oder geringere Wärme des aus dem Condensator geförderten Condensationswassers auch ein Zeichen zur Beurtheilung dieses wichtigen Gegenstandes ab, jeder wird aber bekennen müssen, daß es weder so direct, noch so sicher und zuverlässig als jenes sei, indem die Menge des eingespritzten Condensationswassers oft veränderlich regulirt wird, und eine genaue Bestimmung der davon eingespritzten Quantität nicht zu allen Zeiten genau zu bestimmen ist, indem diese theils von der Größe der Einspritzöffnung, theils von der mehrern oder mindern Vollkommenheit der im Condensator Statt findenden Leere abhängig ist.

9) Die Hochdruckmaschinen sparen endlich bei ihrem Betriebe an Brennmaterial, und dieser Vortheil offenbart sich theils

Digitized by Google

bei der Entwicklung der Dämpfe von hohem Drucke, theils ist er die Folge einer zweckmäßigern Benutzung derselben in der Maschine selbst.

So viele Zweifel auch von jeher gegen diesen Vorzug der Hochdruckmaschinen aufgeworfen sind, so ist doch in der neuesten Zeit endlich die Wahrheit immer mehr an's Licht gefördert worden. Wir verdanken diese Wohlthat vorzüglich den Amerikanern und Franzosen, die von jeher die Hochdruckmaschinen mehr begünstigt, und deren mehr, und nach bessern Grundsätzen angelegt, und in Betrieb gesetzt und erhalten haben, als die Engländer, daher auch die competentesten Richter in dieser wichtigen Angelegenheit sind.

Aber nicht allein die Erfahrung, sondern auch die Theorie spricht diesem Vorzuge der Hochdruckmaschinen das Wort. Schon lange wußte man nämlich, daß Temperatur und Elasticität der Dämpfe in einem ungleichen, für die Praxis aber günstigen, Verhältnisse wachsen, und glaubte schon früher, so wie man sich jetzt immer mehr überzeugt, daß deshalb die Entwicklung und Anwendung eines Dampfes von höherer Pressung Ersparung an Brennmaterial gewähre [1]). Man vergleiche hier, was ich oben über Christian's Versuche und dessen Resultate, so wie über den Wärmegehalt der unter verschiedenem Drucke und verschiedenen Temperaturen stehenden Dämpfe und über ihren verhältnißmäßigen Effect gesagt habe. Und ob nun gleich erwiesen ist, daß Dampf von höherer Spannung mehr freie Wärme als der von niederer besitzt, so hat dies, wie schon früher von mir bemerkt worden ist, in Hinsicht auf die mechanische Wirkung desselben eher Vortheile als Nachtheile, indem größere oder niedere Elasticität des Dampfes nicht allein das Product seiner größern Dichtigkeit, sondern auch seiner Ausdehnung durch

1) Gilbert's Annalen der Physik, Jahrgang 1824, Stück 2, S. 227 die Note.

Digitized by Google

die bei sich führende freie Wärme ist. Die Ersparung an latenter Wärme bei hochdrückenden Dämpfen überwiegt aber, mit Hinblick auf jene, bei ihrer Ausdehnung eintretende Erscheinung, unläugbar den Nachtheil eines größern Bedarfs an freier Wärme.

Man hat zwar die Ausdehnung hochdrückender Dämpfe durch den größern Gehalt an freier Wärme hie und da bezweifelt, indessen spricht dafür zu sehr der größere Nutzeffect, den man, abgesehen von allen später noch zu berührenden Vortheilen, die mit der Verwendung der Hochdruckdämpfe auf Maschinen verbunden sind, von diesen, im Verhältniß zu dem verdampften Wasserquantum, erhält. Meine Erfahrungen haben mir vielfältig gezeigt, daß man bei Schätzung der Wirkungen dieser Dämpfe auf mehr als auf ihre bloße Dichtigkeitsverhältnisse Rücksicht zu nehmen habe. Schon die Bemerkung, daß hochdrückender Dampf ein weit durchdringenderes Fluidum als einfacher ist, hat jene Meinung in mir bestärkt. Er ist hierin mit keiner andern stark comprimirten Flüssigkeit, z. B. mit der Luft, zu vergleichen.

Man nimmt jetzt ziemlich allgemein an, daß der Dampf durch größern Gehalt an freier Wärme in demselben Verhältnisse an Volum gewinne, als die atmosphärische Luft. Ein Kubikfuß der letztern dehnt sich aber nach C. Bernouilli [1]) für jeden Grad Cent. um $\frac{1}{270}$ ($\frac{1}{267}$) seines ursprünglichen Volums bei Null aus. Ob diese Annahme aber nicht zu geringe sei? — Ich wage mich darüber kaum auszusprechen, vorzüglich wenn ich an meine vielfältigen, in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen zurückdenke [2]) und Christian's (in Paris) Versuche damit

---

1) Bernouilli's Handbuch der Dampfmaschinenlehre, Seite 71, die Note unten.

2) Unter diesen Erfahrungen will ich nur eine anführen. Aus dem Dampfkessel meiner kleinen, in meiner Werkstätte in Klein Wehnendorf angewandten Hochdruckmaschine (er war von der weiter unten zuerst beschriebe-

Digitized by Google

vergleiche, die weit bedeutendere Resultate geben, Resultate, die immer noch sehr beachtungswerth bleiben, wenn man auch einen Theil derselben der Verdampfung von einigen den Cylinderwänden seines Versuchsapparates anhängenden verdichteten Dämpfen zuschreibt. Uebertrieben sind indessen gewiß die Angaben von Haikraft [1]) über diesen interessanten Gegenstand. Höchst wahrscheinlich haben sich Täuschungen bei seinen Versuchen eingeschlichen. Könnte man den Dampf ohne Nachtheil für den Betrieb der eigentlichen Maschinen vor dem Eintritte in den arbeitenden Cylinder auf künstliche Weise überhitzen, etwa durch seine Leitung durch heiße Röhren, so würde man unfehlbar sehr an Effect gewinnen [2]). Leider ist diese Ueberhitzung der Dämpfe aber nach unserm jetzigen Stande der Mechanik noch auf keine Maschine anwendbar zu machen, indem sie, in einem Grade bewerkstelligt, der für die Praxis bedeutende Vortheile in sich schließen soll, den Steurungs-Apparaten und Kolbenliederungen, vorzüglich aber den metallischen, großen Nachtheil bringen müßte. Die Anwendung einer übertriebenen Temperatur würde

---

nen Form und von Kupfer), war durch Nachlässigkeit des Maschinenwärters einmal das Wasser aus den obern Röhren völlig ausgekocht, und diese Röhren hatten in Folge dieser Entblößung von Wasser die Glühhitze angenommen. Bei diesem Zustande des Kessels ging die Maschine ungewöhnlich schnell und kraftvoll, obgleich nur die untern Röhren Dampf entwickelten, also fast nur die halbe Feuerberührungsfläche des Kessels wirksam war, und das Feuer auf einem niedern Grade der Intensität gehalten wurde.

1) Repertory of Patent-inventions. Jul. 1831. pag. 11. — Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 321 und 326.

2) Wenigstens doch mehr, als wenn man atmosphärische Luft durch Wärme ausdehnen, und auf Maschinen wirksam machen wollte, was schon von so Vielen, und zuletzt noch von Ericson in England, aber meist vergeblich, wenigstens ohne die gehofften Vortheile, versucht ist, obgleich nach Herrn Director Prechtl's in Wien Berechnungen (vid. Jahrbücher des polytechnischen Instituts in Wien, B. 1, S. 134) eine solche Anwendung der atmosphärischen Luft zum Betrieb von Maschinen große Berücksichtigung verdient.

Digitized by Google

nämlich nicht allein ein Cohäriren der auf einander arbeitenden und sich reibenden Metalle, sondern auch ein Trockengehen und Verbrennen der Hanfliederungen zur Folge haben. Herr Perkins giebt vor, daß er in seinem frühern Entwicklungsapparate mit Röhren [1]) den Dampf in den letzten 5 glühenden Röhren mit Wärmestoff übersättige, um ihn dann in seinem Recipienten wieder mit Wasser zu sättigen. Warum ihn aber erst übersättigen, und dann ihn wieder sättigen? — Was kann er dadurch für Vortheile zu erreichen gehofft haben? Mir ist es unerklärbar.

Was die durch zweckmäßige Benutzung der Dämpfe in den Hochdruckmaschinen herbeigeführte Ersparung an Brennmaterial betrifft, so möge zur Erläuterung dieses Gegenstandes Folgendes dienen:

a) Die Dämpfe finden bei ihrer Wirkung in diesen Maschinen keine so großen Hindernisse; denn es erfolgt das Zu- und Abströmen derselben im Dampfcylinder wegen ihres großen Drucks schneller, da doch bei den Maschinen mit niederm Drucke in den gewöhnlichen Condensatoren mit Einspritzung das Verdichten der abströmenden Dämpfe nur nach und nach geschieht, folglich im Anfange der Kolbenbewegung ein großer Widerstand auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens bleibt, der erst allmählig in dem Maaße sich vermindert, als die Dämpfe sich durch die Einspritzung verdichten. Man hat diesen Umstand meiner Meinung nach bisher zu wenig berücksichtigt. Ich für meinen Theil bin aber sehr geneigt zu glauben, daß er der Hauptgrund des bei Maschinen mit niederm Drucke so geringen Nutzeffectes ist. Ich will mich hier umständlicher erklären.

Bei allen Dampfmaschinen, wo die Dämpfe den

1) Vid. London Journal of arts and scienc. Mart. 1828 pag. 341. Dingler's polyt. Journ. B. XXVIII. S. 329 seq.

Digitized by Google

möglichſt größten Effect auf den Kolben hervorbringen ſollen, muß ihr Gegendruck auf denſelben ſo viel und ſo ſchnell als möglich vermindert und aufgehoben werden. Es iſt daher unumgänglich nothwendig, daß beim jedesmaligen Anfange der Bewegung des Kolbens, ſei dieſe nun auf- oder abwärts, die vorher auf der Gegenſeite gewirkt habenden Dämpfe in dem Augenblicke entfernt werden, als er ſeine Bewegung beginnt, da ſonſt großer Widerſtand ſich dieſer Bewegung entgegen ſtemmt, und der ganze Effect der auf der andern Seite des Kolben wirkenden Dämpfe nicht erreicht wird. Bei den Hochdruckmaſchinen iſt dieſe Forderung durch gehörige Größe der Abzugsöffnungen für die Dämpfe, ſo wie durch möglichſt ſchnelle Oeffnung derſelben leicht befriedigt [1]), bei den bisherigen Maſchinen mit niederm Drucke aber ſind andere Hinderniſſe da, deren ich kurz Erwähnung thun muß.

---

1) Sehr häufig habe ich ſogar bei meinen Hochdruckmaſchinen, deren Dämpfe noch beinahe mit dem Drucke von 3 Atmoſphären aus dem Cylinder ausſtrömen, die ſonderbare Bemerkung zu machen Gelegenheit gehabt, daß bei jedem, im Beginnen des Hubes erfolgenden Ausſtrömen der Dämpfe aus dem Cylinder, ein Ventil, welches bei meinen Maſchinen das Fett in den Dampfcylinder läßt, und ſich zu dieſem Zwecke nach dem innern Raume des Cylinders hin öffnet, etwas Luft in denſelben ließ, ein Beweis, daß der Dampfdruck im Cylinder gleich nach dem mit Blitzesſchnelle erfolgenden Ausblaſen der Dämpfe momentan geringer war, als der Druck der äußern Atmoſphäre. Ich erkläre mir dieſe Erſcheinung durch die Trägheit der ausſtrömenden Dämpfe, die, einmal in ſehr ſchnelle Bewegung begriffen, dieſe nicht ſogleich aufgeben, und auf dieſe Weiſe, nach hergeſtelltem Gleichgewicht der im Cylinder zurückbleibenden Dämpfe mit der äußern Atmoſphäre, von dieſen noch einen Theil mit herausreißen oder vielmehr herausziehen. Es iſt mir dieſe Erſcheinung immer ein ſehr erfreuliches Zeichen geweſen, indem ſie von den Hochdruckmaſchinen nicht allein einen bisher gerügten Vorwurf, als bliebe bei ihnen auf der unwirkſamen Kolbenſeite ein zu hoher Druck, und vermindere ſich dieſer zu langſam, völlig entfernt, ſondern ihnen ſogar einen bedeutenden Vortheil vor den Maſchinen mit niederm Drucke in dieſem Punkte einräumt.

Digitized by Google

α) Die Steurung geht einen viel zu trägen Gang. Da nämlich die Dampfhähne, Dampfschieber, Dampfventile oder alle zum Wechsel des Zu- und Abströmens der Dämpfe dienenden Apparate gewöhnlich durch eine excentrische Vorrichtung an der Schwungradwelle in Bewegung gesetzt werden, so ist das völlige Oeffnen der Dampfabflußcanäle erst in dem Momente ganz vollendet, wenn der Kolben bereits die Hälfte seines Laufs zurückgelegt hat [1]).

β) Die Abflußöffnungen sind im Verhältnisse zu den in dem Cylinder zu leerenden Räumen viel zu klein. Ich werde hierauf später noch wieder zurückkommen.

γ) Die Abzugsröhren der Dämpfe in den Condensator sind fast immer zu eng, und die Dämpfe können sich nicht schnell genug darin expandiren [2]).

δ) Es wird den in den Condensator strömenden Dämpfen, anstatt daß sie augenblicklich verdichtet werden sollten, bei der gewöhnlich üblichen Methode der Einspritzung das verdichtende Mittel nur nach und nach zugeführt, indem das, zur Verdichtung einer den Cylinder gefüllt habenden Masse Dämpfe, nöthige Wasser-

---

1) Ich habe in England stets die Bemerkung gemacht, daß diejenigen Maschinen mit niederm Drucke am kraftvollsten arbeiteten, in welchen das Abströmen der Dämpfe zum Condensator möglichst schnell bewirkt wird. Um dieses zu erfahren, legte ich mein Ohr gewöhnlich an die, die Dämpfe in den Condensator führende Röhre. Hörte ich in dieser die Dämpfe während des Hubes lange blasen, so schloß ich sogleich auf eine zu langsame Bildung des luftleeren Raums im Cylinder, und davon auf eine weniger kraftvolle Wirkung der Maschine, welcher Schluß mich nie getäuscht hat.

2) Alle diese Einwürfe treffen auch die Steurungen und Abzugsröhren der gewöhnlichen Hochdruckmaschinen. Bei einer Hochdruckmaschine von 2 Pferdeskräften, die ich zum Betriebe einer Oelmühle erbaut habe, und deren Steurung und Exhaustionsröhre ich nach gewöhnlicher, d. h. verwerflicher Weise eingerichtet hatte, erhielt ich nur 25 Umgänge der Maschine in der Minute, während ich nach einer zweckmäßigen Verbesserung dieses Fehlers deren 40 bis 50 mit der gewöhnlichen Feurung gewann. In der Folge werde ich Regeln für die zweckmäßige Einrichtung der Steurungen für Hochdruckmaschinen, so wie für den Durchmesser der Exhaustionsröhren angeben.

Digitized by Google

quantum zu groß ist, um in einem Augenblicke durch das Einspritzrohr einzudringen. Dieserhalb wird während der Bewegung des Kolbens fortwährend ein Gegendruck erhalten, der beim Anfange dieser Bewegung am stärksten ist, und dann nach und nach abnimmt, in dem Maaße, als die Dämpfe durch die größere Menge des eindringenden kalten Wassers immer vollkommener verdichtet werden. Dieser Fehler in der gewöhnlichen Verdichtungsmethode hat aber auch noch den Nebennachtheil, daß man, um die Verdichtung anfangs zu beschleunigen, mehr Wasser einströmen lassen muß, und daß, wenn dieser Zweck erreicht ist, dieses übermäßige Einströmen in den spätern Momenten unnützerweise fortgeht, und dem Condensator theils eine zu große Menge Wassers zuführt, dessen Herbeischaffung oft mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, und das, um wieder herausgeschafft zu werden, der Luftpumpe eine zu große Arbeit auflegt; theils die Temperatur des eingespritzten Wassers unnöthig verringert. Alle diese Rücksichten geben den Schlüssel zu der Erfahrung, welche man allgemein an den Niedrigdruckmaschinen macht, daß das mit dem Condensator verbundene Barometer theils selten über 20 Zoll steht, theils, daß das zu brauchende Wasserquantum weit dasjenige übersteigt, was eine richtige Calculation bestimmt. Bei manchen Dampfmaschinen mit Verdichtung bemerkt man zwar einen höhern Barometerstand, indessen sieht man dessenungeachtet doch keine diesem entsprechende Wirkung der Maschine, da der vollkommenere luftleere Raum nur in dem Condensator, aber bei dem zu langsamen, und durch zu große Enge des Abzugsrohres verhinderten Abströmen der Dämpfe aus dem Cylinder, nicht in diesem vorhanden ist, wo man ihn am nöthigsten hat. In diesem Falle ist das Vorhandensein eines vollkommenern Vacui im Condensator um so erklärlicher, als die in

denselben allmählig einströmende Dampfmenge mit der langsamern Einspritzung bessern Schritt hält, beide also in jedem Augenblicke in einem günstigen Verhältnisse zu einander stehn.

Wenn nun also auf diese Weise ein großes Hinderniß für die kraftvolle Wirkung der Dämpfe in den Maschinen mit niederm Drucke aufgestellt und gewürdigt ist, so darf man auch ferner den Widerstand nicht unbeachtet lassen, den diese Dampfmaschinen, wie oben schon berührt worden ist, durch ihre Reibung und die Menge und Größe der zu bewegenden Theile dem nutzbaren Effecte der Dämpfe entgegensetzen, und dieser ist, mit den oben angeführten zusammengerechnet, dermaßen groß, daß vom absoluten Effecte der Dämpfe über die Hälfte verloren geht, so daß von 17 Pfund absoluten Drucks auf den Quadratzoll nur 7 als nutzbarer übrig bleiben. Der Vorzug, den die Hochdruckmaschinen in dieser Hinsicht haben, ist zu überwiegend, als daß man noch Bedenken dagegen erheben könnte. Ich weiß nämlich aus meiner eigenen Erfahrung, daß dieser Verlust bei zweckmäßig eingerichteten Hochdruckmaschinen selten auf mehr als auf den vierten Theil angeschlagen werden kann. Wenn Herr Emil Köchlin in Mühlhausen [1]) denselben bedeutend größer gefunden haben will, so ist dies daraus leicht erklärlich, daß er bei den zu diesen Zwecken angestellten Versuchen Cave'sche und Saulnier'sche Hochdruckmaschinen vor Augen hatte, von denen erstere wahrlich nicht als Mustermaschinen aufgestellt werden können [2]), die letzteren aber mit dop-

1) Bulletin de la société industrielle de Mulhaus. N. 42 et 43. — Dingler's polyt. Journal B. LXII. S. 161.

2) Bulletin de la société industrielle de Mulhaus. N. 4. pag. 226. Dingler's polyt. Journ. B. XXIX. S. 12.

Annales de l'Industrie francaise et etrangère, Tom. VI, N. 5, 1830. — Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 81.

Digitized by Google

pelten Cylindern und Balanciers, und 2 im rechten Winkel geſtellten Kurbeln, alſo auch mit einer weit größern Hindernißlaſt arbeiten, als einfache Hochdruckmaſchinen.

b) Herr Chriſtian in Paris hat durch directe Verſuche [1]) bewieſen, daß der Kraftverluſt, der durch die Geſchwindigkeit der Bewegung des Kolbens entſteht, bei Hochdruckmaſchinen verhältnißmäßig viel geringer, als bei den Maſchinen mit niederm Drucke ſei, und daß der mechaniſche Effect bei denſelben, in Abſicht auf größere Kolbengeſchwindigkeit, um ſo mehr erhöht werde, von je ſtärkerer Preſſung man die Dämpfe in der Maſchine anwendet. Beſtätigt ſich dieſer Vortheil der Hochdruckmaſchinen auch in viel geringerem Maaße, als Herr C. Bernoulli ihn in ſeinem Handbuche der Dampfmaſchinenlehre (Edit. I. p. 244) berechnet, ſo wäre dadurch allein das Uebergewicht dieſer Maſchinen für alle Zeiten begründet. Daß etwas an der Sache ſei, ſcheint mir die allgemein bekannte Erfahrung zu beſtätigen, daß man dem Kolben einer Hochdruckmaſchine eine ſehr große Geſchwindigkeit (250 bis 300 Fuß in der Minute) geben kann, ohne den Kraftverluſt herbeizuführen, der bei Maſchinen mit niederm Drucke eintritt, wenn die Geſchwindigkeit ihrer Kolben über 200 Fuß in der Minute geſteigert wird, indeſſen muß ich von der andern Seite auch zugleich bekennen, daß mir Herrn Chriſtian's Folgerungen aus ſeinen Verſuchen, ſo wie Herrn Bernoulli's darauf gegründete Berechnungen etwas zu ſanguin vorkommen, und daß ſie nach meinem Dafürhalten den Prüfſtein der Erfahrung nicht aushalten. Die von Chriſtian angeſtellten Verſuche ſind jedoch ſo intereſſant, daß ich nicht genug empfehlen kann, ihre Beſchreibung an dem angeführten Orte nachzuleſen. Dieſelben hier aufzuführen, würde die Grenzen der Schrift überſchreiten.

1) Man vergleiche deſſen traité de mechan. industrielle p. 345.

Digitized by Google

c) Die Hochdruckmaſchinen laſſen, da ſie mit einem bedeutend höhern Drucke auf den Quadratzoll, als die mit niederm Drucke, wirken, eine viel ausgedehntere Anwendung des Expanſionsprincipes zu, als dieſe, ohne daß der Durchmeſſer ihrer Cylinder darum bedeutend vergrößert zu werden braucht. Durch die Anwendung dieſes Princips wird die Oeconomie in der Benutzung der Dämpfe auf den höchſten Grad gebracht, und Oliver Evans in Amerika hat ſchon vor vielen Jahren bewieſen, daß bei Anwendung deſſelben auf Maſchinen mit höherm Drucke die Erſparung an Brennmaterial in einem ſehr hohen Grade wachſe. Daß bei den Maſchinen mit niederm Drucke daſſelbe keine ſo bedeutende Vortheile bringen könne, als bei Hochdruckmaſchinen, beweiſet ſchon der Umſtand, daß der kluge Watt von der Benutzung deſſelben abging, und daß Woolf, der daſſelbe in England zuerſt wieder in Anregung brachte, den Druck der Dämpfe in ſeiner Maſchine auf mehrere Atmoſphären ausdehnte. In der That würde aber auch bei Anwendung deſſelben in den Maſchinen mit niederm Drucke, wo der wirkliche effective Druck der Dämpfe ſchon ſo ſehr gering iſt, von dieſem zu wenig übrig bleiben, und die Cylinder derſelben müßten bis auf einen großen Durchmeſſer ausgedehnt werden, um eine bedeutende Kraft dadurch hervorzubringen. Dies war auch wohl die Urſache, warum die Hornblower'ſchen Maſchinen, die eigentlich nichts als Expanſionsmaſchinen mit niederm Drucke waren, und deren Hauptprincip Woolf ſeinen Maſchinen zum Grunde gelegt hat, ſo wenig Glück machten.

Nachdem ich hiemit einige der wichtigſten Vortheile der Hochdruckmaſchinen beleuchtet habe, ſo muß ich zuletzt noch einige Worte zur Berichtigung derjenigen Anſichten hinzufügen, die man jetzt häufig, ſelbſt bei wiſſenſchaftlich gebildeten Leuten, und vorzüglich den in letzterer Zeit aufgetretenen Verbeſſe-

Digitized by Google

rern der Hochdruckmaschinen, in Hinsicht der Ursachen der Brennstoffersparung derselben, verbreitet findet.

Fast allgemein hat man nämlich die Meinung angenommen, daß jene Ursachen der Brennstoffersparung allein in der Erzeugung hochdrückender Dämpfe begründet wären, und daß die Maschinen selbst, und die ihrer Einrichtung untergelegten Grundsätze, wenig oder gar keinen Einfluß darauf hätten [1]). Wenn ich nun gleich mich im Vorhergehenden zu zeigen bemüht habe, daß einige unleugbare Vortheile aus der Erzeugung hochdrückender Dämpfe erwachsen, und selbst durch die Erfahrung an vielen meiner Dampfentwicklungsapparate überzeugt worden bin, daß die Vortheile mit der Spannung und Temperatur der entwickelten Dämpfe wachsen; so muß ich doch sehr vor dem Irrthume warnen, daß man die höchstmöglichste Verbesserung der Hochdruckmaschinen nur von der immer vollkommenern Einrichtung ihrer Entwickler erwarten könne. Die Vortheile in der Verwendung hochdrückender Dämpfe liegen nach dem Vorhergehenden so klar am Tage, daß ich bei meinen Verbesserungen mehr auf diesen Umstand, als auf die Entwicklungsapparate Rücksicht genommen habe. Man wird auch finden, daß ich bei der Construction meiner Maschinen alle jene Umstände, die nach den vorausgeschickten Hindeutungen zu berücksichtigen sind, bestmöglichst gewürdigt und benutzt habe. Einseitigkeit von Seiten der Verbesserer hat schon so manche Unannehmlichkeit über die Dampfmaschinen gebracht, und noch täglich muß man sich wundern, wie blind oft gelehrt gebildete

---

1) Merkwürdig ist es, wie fast alle neue Erfindungen im Hochdruckmaschinenfache, fast alle englischen Patente der neuern Zeit, nur einzig die Tendenz, die Entwicklungsapparate zu verbessern aussprechen, und wie wenig Begriffe man im Allgemeinen von einigen der oben angegebenen Vortheile der Hochdruckmaschinen selbst, vorzüglich in England, hat. In diesem Lande ist man überhaupt in dieser Hinsicht weit gegen die Amerikaner und selbst gegen die Franzosen zurück. England hat keinen Oliver Evans aufzuweisen. Wie wahr dies gesprochen sei, beweisen die neuen Amerikanischen Locomotiven von Norris, die die englischen, wie ich mich selbst durch den Augenschein überzeugt habe, in jeder Beziehung weit übertreffen.

Digitized by Google

und wissenschaftlich denken wollende Leute gegen Umstände sind, die so klar in die Augen springen. Es ist bei diesen Leuten aber oft weniger eine Beschränktheit ihrer Kenntnisse, als eine engherzige Befangenheit anzunehmen. Diese hat über die Hochdruckmaschinen in neuerer Zeit in so ferne manches Unheil gebracht, als ihre Verbesserung gleichsam eine Parteisache geworden ist, wobei man die gesunde Vernunft häufig durch Leidenschaften übertäubt. Sonst wäre der Unsinn, der hier und da in der jüngsten Zeit in diesem Felde des menschlichen Strebens zur Welt gebracht ist, wären die Umhüllungen und Umgehungen der Wahrheit, und selbst die skandalösen Ausfälle gegen dieselbe eben so unerklärbar, als es die unnützen Prahlereien gewesen sind, womit man augenscheinliche Irrthümer aufgeputzt, und marktschreierisch herausgepriesen hat. In dem Zeitalter der Erfindungen, wie das jetzige ist, wo jeder erfinden will, wird aber auch der Kunst und Wissenschaft so viele Gewalt angethan, und die Welt mit einem solchen Wulste von Erfindungen übersäet, daß man, bei dem vielen Unkraute darunter, die Wahrheit und das Gute und Nutzbare häufig überwachsen, versteckt, und oft erstickt findet. Die Welt ist durch den ewigen Lärm und das Getöse über neue Erfindungen betäubt worden, sie will, um aus ihrer Betäubung geweckt zu werden, außerordentliche Mittel, daher macht alles das, was mit ruhigen Schritten auftritt, und dem das Aushängeschild des Uebermenschlichen, Ungeheuren und Paradoxen fehlt, keinen sonderlichen Effect mehr, es lebt oft unbeachtet und verhöhnt. Das Wahre und Gute bleibt deswegen aber dennoch durch sich selbst genug gewürdigt, und die Zeit läßt einen schönen und erquickenden Morgen aufgehn über die Finsterniß, worin es begraben liegt [1]).

---

1) Ich habe diese Zeilen hier fast unverändert so wiedergegeben, wie ich sie vor 14 Jahren schrieb, weil ich bei unpartheiischer Prüfung derselben fand, daß sie auf die jetzige Zeit auch noch vollkommen anwendbar sind. Eine Posaune über neue, bald wieder vom Schauplatze lautlos verschwindende Erfindungen ertönt, wie damals, auch noch jetzt nach der andern, ein

Digitized by Google

hämiſcher Ausfall, ein Streit der Erfinder gegen einander drängt den andern, eine Verkennung der Wahrheit und Verunglimpfung derſelben häuft ſich auf die andere; der Schlendrian treibt noch immer ſein altes Spiel, und Parteiſucht und Kabale ſchärfen und üben noch immer ihre Krallen. Der Name Maſchinenbauer ſinkt zu einer völligen Alltäglichkeit, zu einer wahren Unwürdigkeit herab, und bedeutet kaum mehr, als der eines gewöhnlichen Handwerkers, weil jeder Anſprüche darauf macht und ſich damit ſchmückt, der nur eine Feile oder einen Drehſtahl oder Hobel und Säge in der Hand gehabt, an ein Paar Maſchinen herumgeklimpert und ſie verdorben, oder gar nur einige Dutzend davon geſehen hat, vielleicht auch in Mechanicis, wie eine blinde Taube, durch unverdienten glücklichen Zufall, eine Erbſe fand. Lieſet man die Liſte der engliſchen Patente, ſo ſind ſie bald einem hochwürdigen Herrn, bald einem Schneider, bald einem Lord oder Esquire, bald einem Perrückenmacher verliehen, und jeder blähet ſich in ſeiner Weiſe, ſpricht über das Beſtehende ab, critiſirt ſeine Vorgänger, droht den feſtbegründetſten Lehren der Phyſik und Mechanik einen unvermeidlichen Untergang, treibt die unſinnigſten Spiegelfechtereien, ſchilt auf die Leute von Fach und die Eingeweihten, und bringt endlich nach langem Anlaufe den barſten Unſinn zu Markte, den die Welt ſah, der aber doch ſeine Bewunderer findet, da man ihn mit poſſenhaften Schildereien behängt, und ſeine Lobredner gut mit engliſchen Pfunden ſpickt, auch wohl ſich gemein macht, ſich anonym ſelbſt herauszuſtreichen, und den Charlatan und Lügner zu ſpielen.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Beschreibung und Würdigung meiner Hochdruckmaschinen.

Ich komme nun zu meinen Hochdruckmaschinen, ihrer eigenthümlichen Construction, und zu den Gründen, die mich bestimmt haben, diese Construction zu wählen, so wie zu der von mir angenommenen Art und Weise, die Hochdruckdämpfe mit Oeconomie zu entwickeln und anzuwenden. Ich werde in der Beschreibung meiner Maschinen und der zu ihnen gehörigen Apparate so genau und vollständig, und bei ihrer Würdigung und Werthstellung so aufrichtig und unpartheiisch als möglich sein.

Ich hatte in London die Dämpfe unter einem Drucke auf Maschinen angewandt, den vor mir vielleicht noch Niemand versucht haben dürfte; denn wenn Herr Perkins auch von einem noch höhern, z. B. dem von 60 bis 80 [1]) und noch mehr Atmosphären sprach, so haben seine Maschinen einen solchen Druck doch nie wirklich erfahren. Ich selbst sah ihn in denselben nie über 20 Atmosphären steigen. Einmal ließ ich meine Maschine versuchsweise mit einem Drucke von 1000 Pfund auf den Quadratzoll arbeiten, und man muß gestehen, daß sie

1) Man vergleiche sein Schreiben an Dr. Jones im technical Repository, Octob. 1827, pag. 249. — Dingler's polytechn. Journal. Bd. XXVI, S. 387.

Digitized by Google

ſelbſt für dieſen ungeheuren Druck in allen ihren Theilen Stand hielt, völlig dampfdicht war und blieb, und daß bei nachheriger Unterſuchung nur die Liederungen etwas gebräunt und mürber als gewöhnlich befunden wurden [1]), obgleich ſie noch völlig den Dampf zurückhielten. Ein Hinblick auf dieſe Maſchine, die in den Hauptelementen im Dingler'ſchen polytechn. Journale Bd. XXXII, S. 1, von mir beſchrieben worden iſt, und deren neue, durchaus veränderte Einrichtungen hie und da Beifall fanden [2]), wird aber auch zeigen, daß ſie für den ſehr hohen Druck eigenthümlich conſtruirt war, und deshalb bei längerm Gebrauche mehr Wahrſcheinlichkeit eines völligen Gelingens in ſich ſchließe, als die von Perkins ſpäter ausgeführte, von ihm ſogenannte single stroke high pressure safety engine, von der viel Geſchrei gemacht wurde, und deren ſehr mäßige Reſultate ich in dem nämlichen Journale, Bd. XXVII, S. 347 unpartheiiſch mitgetheilt habe. Ob ich nun gleich überzeugt bin, daß dieſe meine Maſchine in der Praxis reellen Nutzen gewähren könne, ſo fand ich doch die bisher an derſelben gemachten Erfahrungen, als auf nicht lange genug fortgeſetzten Verſuchen und Beobachtungen baſirt, nicht genügend genug, um als wirklicher Maſchinenbauer mit völliger Sicherheit ihren Bau auf Beſtellung übernehmen zu können, zumal da der in England ihr beigeſellte Dampfentwickler, obgleich er bei den Verſuchen ſehr annehmliche Reſultate gegeben hatte, noch unvollendet daſtand, und andere paſſende Entwickler für ſo hohen Druck weder ſogleich bei der Hand lagen,

---

1) Man iſt immer ſehr geneigt, Hanfliederungen für ſehr hohen Druck ganz unzuläſſig zu halten, und anzunehmen, daß ſie bei der hohen Temperatur ſehr hochdrückender Dämpfe völlig zerſtört würden. Erwägt man indeſſen, daß Dämpfe von der Temperatur des Bleiſchmelzpunktes, auf welchem Hanf noch nicht deſtruirt wird, ſchon einen Druck von beinahe 80 Atmoſphären annehmen, Dämpfe von 1000 Pfund auf den Quadratzoll aber erſt einen Druck von 66 Atmoſphären beſitzen, meine Maſchine in England endlich aber nur mit einem Dampfdrucke von 40 Atmoſphären arbeitete, ſo erweiſet ſich jene Furcht bei ſolchem Druckgrade als ganz unbegründet.

2) Vid. Bernoulli's Handb. d. Dampfmaſchinenlehre, S. 362 unten.

noch meine Pläne dazu gehörig durch die Erfahrung erprobt waren. Auch durfte ich mit Recht fürchten, daß das Publicum, bei dem allgemeinen Vorurtheile gegen die Hochdruckmaschinen, vor dieser Maschine um so mehr zurückschrecken würde, als der Druck der Dämpfe darin auf eine noch weit größere, als die bisher bekannte Höhe, getrieben wurde. Endlich war ich aber auch besorgt, daß eine genaue Pflege und Wartung dieser Maschine in manchen Punkten mehr Schwierigkeiten haben würde, als die einer Maschine mit weniger hohem Drucke, und daß aus diesem Grunde die Bequemlichkeit ihrer Anwendung einigermaßen zweifelhaft erscheine, und eine Sache so unverdient in Verruf kommen könne, die selber längere Zeit anzuwenden und strenge zu prüfen mir oblag, bevor ich sie dem gewerbetreibenden Publico wirklich anempfehlen, und zur Benutzung übergeben konnte. Zu einer solchen Prüfung fehlte aber nach meiner Zurückkunft von England durchaus alle Zeit und Gelegenheit.

So begründet nach dieser meiner offenen Erklärung die Vermeidung eines zu hohen Druckes für meine damaligen Verhältnisse war, so hielt ich doch auch die Ueberzeugung fest, auf keinen niedrigern Druck als auf den von 8 bis 10 Atmosphären heruntergehn zu dürfen, wenn ich nicht alle Vortheile der Hochdruckmaschinen aufgeben wollte; denn:

1) Der Verlust der Leere würde um so fühlbarer, je niedriger ich den Druck nähme. (Man vergleiche hier das oben über diesen Gegenstand Gesagte.)
2) Die Kolbenreibung würde bedeutender, weil ich Cylinder von größerm Durchmesser anwenden müßte, und der Maschine erwüchse daraus eine größere Hindernißlast. So viel man die Kolben auch verbessert hat, so ist ihre Reibung doch noch immer bedeutend genug, um nicht Ursache zu haben, ihre reibende Fläche immer mehr zu verkleinern.
3) Die Maschinen würden durch größere Cylinder colossaler, weniger transportabel und kostspieliger.
4) Das Expansionsprincip wäre bei niedern Druckgraden nicht in der Ausdehnung und mit dem großen Vortheile anzu-

Digitized by Google

wenden, als bei höherm. Die aus dem Cylinder strömenden Dämpfe würden am Ende jedes Hubes einen zu geringen Druck über den der Atmosphäre behalten, folglich mit einer zu geringen Geschwindigkeit ausblasen, und so den Gegendruck auf den Kolben vermehren, und auf eine längere Zeit ausdehnen. Ein Dampf von 3 Atmosphären Druck z. B. würde, auf das dreifache Volumen im Dampfcylinder ausgedehnt, kaum den einer Atmosphäre behalten, also keine Neigung zum Ausströmen zeigen, ein Dampf von 2 Atmosphären Druck nach der Expansion sogar unter den der Atmosphäre herabsinken, und einen schädlichen Gegendruck durch die auf die andere Seite des Kolben wirkende Atmosphäre erleiden. Vielfache Erfahrungen hatten mich aufmerksam gemacht auf die großen Vortheile eines schnellen Ausblasens der Dämpfe aus den arbeitenden Cylindern, und ich schloß, daß dieses Ausblasen wenigstens mit dem Drucke einiger Atmosphären geschehen müsse, wenn die Dämpfe mit gehöriger Geschwindigkeit entweichen, und diejenige evacuirende Gewalt auf die in dem Cylinder zurückbleibenden Dämpfe ausüben sollen, deren ich oben Erwähnung that, und die meines Wissens noch von Niemandem beobachtet worden ist. Auch war mir klar, daß die Dämpfe vor ihrem Entweichen aus den Cylindern keinen zu niedrigen Druck aus dem Grunde annehmen dürften, als dadurch der Totaldruck auf den Kolben am Ende jedes Hubes so klein werden müßte, daß er der in der Maschine selbst bestehenden Hinderniß-last nicht mehr gewachsen wäre, folglich zu früh ganz unthätig würde, und zu große Schwungräder erforderlich machte.

Um bei der Fabrication von Dampfmaschinen recht sicher zu gehn, glaubte ich nicht besser handeln zu können, als in Oliver Evans Fußtapfen zu treten, und den von ihm lange, und in so vielen Fällen erprobten Dampfdruck als Norm für meine zu bauenden Maschinen gelten zu lassen, zumal ein solcher Druck die Anwendung mehrerer Organe der ältern Ma-

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

schinen, namentlich der Dampfschieber in der Steurung zuläßt, die besondere Bequemlichkeiten beim Gebrauche gewähren, und auf deren Vorzüge vor den Kegelventilen ich durch die ersten beiden Maschinen, die ich nach meiner Zurückkunft von England auf Bestellung baute, und mit Ventilsteurungen eingerichtet hatte, hingeführt wurde. Hinsichtlich der Kessel meiner Maschinen suchte ich sicherere Maßregeln als Oliver Evans zu ergreifen, und die Maschine selbst auf eine einfachere und compendiösere Construction und Form zurückzuführen, die Form aber dem Auge zugleich gefälliger und angenehmer zu machen. Ich verringerte die Durchmesser der Kessel so viel als möglich und unbeschadet ihrer Dampfentwicklungsfähigkeit, und gab der Maschine schwingende Cylinder, um die Kraft der Kolben möglichst sicher und bequem, und mit den geringsten Verlüsten, auf die Kurbel zu übertragen, bei welcher letztern Maßregel ich freilich alle bisherigen vielen Mängel einer solchen Anordnung aus dem Wege zu räumen die schwierige Aufgabe hatte. Meine seit 14 Jahren gemachten Erfahrungen haben mich belehrt, daß die von mir gewählten Anordnungen in jeder Hinsicht zu einem erfreulichen Ziele führen. Täglich haben von mir nach diesen Grundsätzen gebaute Maschinen unter meinen prüfenden Augen gearbeitet, und ich habe alle nöthigen Versuche und Beobachtungen angestellt, um ihren Werth oder Unwerth näher zu bestimmen, und keine Mühe, keine Anstrengung, kein Opfer gescheut, sie sowohl hinsichtlich ihrer Construction, als in Betreff ihrer Resultate einer immer höhern Vollendung zuzuführen. Unter allen Umständen habe ich die Feurung bei ihnen gegen die der Maschinen mit niedrigem Drucke gehalten, wenigstens um $\frac{1}{3}$, ja um die Hälfte, und bei einigen um mehr als diese vermindert gefunden, ein Resultat, welches sich bei derjenigen geringen Höhe des Druckes, den ich gewählt habe, als sehr befriedigend herausstellt. Einen Condensator wende ich nur unter besondern Umständen an, und gebe ihm dann eine ganz besondere neue Einrichtung. Eine bestimmte Normal-Form und Einrichtung der Maschine empfehle ich nicht, da ich, wie ich in der Einleitung schon erklärt habe, die Maschine gern nach

Digitized by Google

ihrem Zwecke und den Umständen, worunter sie gebaut, und nach dem Orte, wo sie aufgestellt wird, abändere. Jedoch wird eine bestimmte Form vorzugsweise gelten können, deren Beschreibung ich zuerst vollständig liefern werde.

Viele Dampfmaschinenkundige und Baumeister sind noch immer der Meinung, daß Dampfmaschinen, die mit einem Dampfdrucke von 8 bis 10 Atmosphären arbeiten, unausführbar und unanwendbar seien. Zu denselben gehört auch noch Herr Jos. Köchlin in Mühlhausen. Sie scheinen aber zu vergessen, oder nicht erfahren zu haben, daß dergleichen Dampfmaschinen nicht allein wirklich vorhanden sind, sondern auch mit Vortheil in Betrieb gesetzt und erhalten werden, ohne jener vielen Nachhülfe und der öftern Reparaturen zu bedürfen, ohne der schnellen Vergänglichkeit unterworfen zu sein, deren man sie bezüchtigt. Noch jetzt arbeiten eine Menge solcher Maschinen in Amerika, und sowohl in Fabriken, als auf Schiffen, (vorzüglich auf den Dampfschiffen des Missisippi und Ohio) [1], und auf Locomotiven. Wer noch an diesen Thatsachen zweifeln sollte, der möge zu mir kommen, und meine Maschinen wirken sehen, möge sich von der Einfachheit, der Sicherheit und Gefahrlosigkeit derselben eben so gewiß überzeugen, als er durch ihren sanften, ruhigen, geräuschlosen, gleichmäßigen und kräftigen Gang, und durch ihre sichere und dauerhafte Construction, so wie durch ihre großen Leistungen wahrhaft überrascht werden wird. Er möge erfahren, daß die an denselben vorkommenden Reparaturen nur solche Theile betreffen, die allen Systemen von Dampfmaschinen gemein sind, und daß ihre Behandlung und Pflege weniger Aufmerksamkeit, Mühe und Anstrengung erfordere, als bei irgend einer Maschine mit niederm Drucke. Er möge durch den Augenschein sich vergewissern, daß keine größere Masse und Intensität des Feuers zu ihrem Betriebe

1) Vid. Gewerbblatt für Sachsen, Jahrgang 1840, Nr. 14, S. 105. — Ferner: v. Gerstner's Berichte aus den vereinigten Staaten von Nordamerika über Eisenbahnen, Dampfschifffahrt ꝛc. p. 37. — Dingler's polyt. Journal, Bd. XXII, S. 29.

Digitized by Google

nöthig sei, als bei jenen Maschinen, daß folglich auch ihre Kessel vollkommen die Dauer derjenigen erlangen, die man an den Maschinen mit niederm Drucke anwendet.

Um über den folgenden Vortrag die Uebersicht zu erleichtern, will ich ihn in mehrere Abtheilungen bringen, die die verschiedenen Haupttheile der Maschine behandeln. Bei jeder Abtheilung werde ich jedoch einige vorbereitende Betrachtungen über die Bemühungen der bisherigen Erfinder und Verbesserer dieser Theile, über die Grundsätze, von denen sie ausgingen, über ihre Irrthümer und Fehlgriffe, über die Schwierigkeiten der Vervollkommnung, so wie über die Erfordernisse zur richtigen Behandlung des Gegenstandes, und meine Ansichten über die dabei zu ergreifenden Mittel und Wege, um die bestehenden Mängel zu beseitigen, aus meiner Erfahrung entwickelt, als Einleitung zu den von mir gemachten Verbesserungen, vorauszuschicken.

A. Kessel.

Die Kessel sind die schwierigsten Organe einer Dampfmaschine, vorzüglich einer Hochdruckmaschine. Grund genug, daß es an Kesseln, die allen nöthigen Forderungen vollkommen genügen, noch durchaus mangelt. Daß ich hier nicht zu viel sage, wird jeder lebhaft mit mir fühlen, der die Geschichte der Dampfmaschinen einigermaßen studirt, und sich selbst in diesem Felde versucht und bewegt hat.

Die großen Mängel der ältern voluminösen Kessel habe ich früher schon berührt, und gezeigt, wie solche Apparate, vorzüglich wenn sie von eckiger, prismatischer, kurz von nicht cylindrischer Form, und vollends dann, wenn sie nicht von zähen Metallen, sondern von Gußeisen construirt sind, der eigentliche Heerd der Gefahr bei Hochdruckmaschinen genannt zu werden verdienen; habe gezeigt, wie alle früher und später angewandten Sicherheitsmaaßregeln zur Verhütung eines zu starken Dampfdrucks, und zur Abwehrung anderer, den Kesseln Gefahr drohender Umstände, da, wo sie nicht eine zweckmäßige Verände-

Digitized by Google

rung der Form und des Umfanges der Keſſel bezwecken, als unzuverläſſig angeſehen werden können, indem ſie, wie ſo viele traurige Beiſpiele bewieſen haben, nicht einmal die Gefahr ſicher verhüten, viel weniger, wenn ſie eintritt, dieſelbe zu mildern oder aufzuheben vermögen.

Und doch ſchenkt man dieſer ältern voluminöſen Form noch immer viel Vertrauen, auch wird ſie von den meiſten Mechanikern noch angewandt, und als die geeignetſte für eine zweckmäßige Dampfentwicklung angeſehn. Alle Schreckniſſe der an derſelben erfolgten Exploſionen haben umſonſt an den alten gefährlichen Irrthümern dieſer Leute gerüttelt, ſie haben ſie nicht aus dem alten Geleiſe zu treiben vermocht, und im Allgemeinen ſteuert man noch immer der alten Weiſe, ſein Heil in jenen Sicherheitsmaaßregeln allein zu ſuchen, unverdroſſen nach, ohne den Baum an der Wurzel zu faſſen, und ihn ſo radical auszurotten. Noch ſehr wenig iſt man durchdrungen von der Nothwendigkeit, gründlich zu heilen, und derjenige Grundſatz, von dem ich, ſo lange ich eine Verbeſſerung der Hochdruckmaſchinenkeſſel verſuchte, ſtets ausging, und der allen meinen unzähligen Bemühungen für dieſen Zweck vorſchwebte, nämlich der: die Keſſel ſo zu conſtruiren, daß ſie ſelbſt bei einer erfolgenden Exploſion keine Gefahr verbreiten, ſteht noch weit im Hintergrunde, man hat kaum ſeiner gedacht [1]), wenigſtens ihn für unanwendbar, unausführbar gehalten, wie die vielen Preiſe beweiſen, die noch immer auf Verbeſſerungen jener unzuverläſſigen Sicherheitsmaaßregeln, oder auf Erfindung neuer beſſerer, von Academien und Induſtriegeſellſchaften ausgeſetzt werden.

Nur erſt in der neueſten Zeit iſt man durch die Erfindung und Anwendung von Röhrenkeſſeln der Sache um ein

---

1) Nur Seguier gedenkt ſeiner in neueſter Zeit in einer, vor der Academie der Wiſſenſchaften zu Paris vorgetragenen Abhandlung über die Apparate zur Dampferzeugung. (Vide Receuil industriel, Jan. 1831, p. 1, Febr. p. 89, März p. 155. — Dingler's polytechn. Journal, Bd. XLIV, S. 418.)

Digitized by Google

Bedeutendes näher gekommen; indeſſen ſcheint es, daß weniger die Nothwendigkeit einer Verminderung und gänzlichen Aufhebung der Gefahr, als das Bedürfniß, für manche techniſche Zwecke, vorzüglich für die Dampfwagen, Keſſel von wenigerm Gewichte und Waſſergehalte aufzuſtellen, an ihrer Erfindung und Anwendung Antheil hatten. Röhren haben diejenige Form, die dem Drucke der Dämpfe am ſicherſten und zweckmäßigſten widerſteht, d. h. die cylindriſche. Giebt man ihnen kleinere Durchmeſſer und keine große Metallſtärke, und conſtruirt ſie von zweckmäßigen Metallen, ſo kann man ſie in dem Grade gefahrlos herſtellen, daß jener obige Grundſatz wirklich in's Leben tritt, d. h. daß ſie ſelbſt beim Berſten keine nachtheiligen Wirkungen für die umſtehenden Menſchen, Gebäude, Schiffe u. ſ. w. äußern [1]). Von der Richtigkeit dieſer Anſicht bin ich durch viele Erfahrungen auf das augenſcheinlichſte überzeugt worden.

Leider giebt es aber noch keine Röhrenkeſſel, die allen Anforderungen genügt hätten. Vielfältig hört man zwar davon als von einer unbedeutenden, leicht abzufertigenden Sache, von einem Gegenſtande ohne alle practiſchen Schwierigkeiten reden; ſolche Sprache können aber nur Menſchen führen, die im ge-

1) Seguier führt zwar einen Fall an, wo auf einem Dampfſchiffe das Zerſpringen eines kaum 2zölligen Verbindungsrohres zwiſchen einer Siedröhre und dem Körper des Keſſels hinreichte, um, trotz des großen Lukeneinſchnittes in das Verdeck, Behufs der Beleuchtung und Lüftung des Maſchinenraumes, in Zeit von 3 Minuten 2 Heizer und den Maſchinenconducteur zu verbrennen und zu tödten; indeſſen wäre dieſem Unglücksfalle gewiß vorgebeugt worden, wenn den armen Opfern ein anderer ſeitlicher Ausweg, als der aus der berührten Luke, offen geſtanden hätte, oder wenn der Keſſel in einen eigenen, durch eine leichte blecherne Wand abgeſchloſſenen Raum, geſtellt geweſen wäre, aus welchem nur die Heizöffnungen in den Heizraum hineingeragt hätten. Es iſt immer noch ein großer Fehler in der Bauart unſerer jetzigen Dampfſchiffe, daß der Maſchinen- und Keſſelraum nicht gehörig von einander geſondert ſind, und daß eine Retirade aus beiden nur durch die Luke möglich iſt, in welcher ſich der ausſtrömende Dampf, als in der einzigen Ausgangsöffnung aus dem Raum dermaßen concentrirt, daß ein Entweichen aus derſelben völlig unmöglich gemacht wird.

Digitized by Google

wöhnlichen Geleise verharrend, und mit ihren alten voluminösen Kesseln in einer unbegreiflichen, der technischen Welt und der guten Sache gefährlichen Weise auf einem vertrauten Fuße lebend, nie einen selbstständigen Schritt weiter gingen, und die schlüpfrige Bahn der Röhrenkessel betraten, auf welcher man, ohne zu straucheln, nur mit großer Mühe, mit Zuhülfenahme unzähliger kostspieliger und langwieriger Versuche, so wie mit gediegenen physicalischen Kenntnissen, und unter dem Schutze einer reichen Erfahrung, vorwärts kommt. Es würden die Versuche der verschiedenen Verbesserer der Dampfmaschinen, zweckmäßige und allen Forderungen genügende Röhrenkessel zu erfinden, sollte ich sie hier namhaft machen, viele Bogen füllen, selbst dann, wenn ich nur eine höchst gedrängte Uebersicht derselben geben wollte. Ich selbst habe länger denn 25 Jahre diesem Gegenstande obgelegen, und unzählige Versuche gemacht, beschäftige mich auch noch fortwährend damit, möglichst befriedigende Resultate erstrebend, bin aber, ich muß es aufrichtig bekennen, immer noch nicht ganz zufrieden gestellt. Die Sache hat tausend Seiten, tausend Klippen, und wo man dabei der Scylla aus dem Wege gehen will, fällt man in die Charybdis. Die größte Schwierigkeit bieten Kessel von sehr großem Formate, um große Dampfmassen zu entwickeln, dar, indem mit der Menge der anzuwendenden Röhren natürlich eine regelrechte Anordnung und Verbindung derselben zu einem zweckmäßigen Ganzen immer schwerer ausführbar wird. Die neuern englischen Locomotivkessel [1]) können als Röhrenkessel gar nicht gelten, weil sie den Zweck solcher, die Gewinnung eines kleinen Durchmessers der Entwicklungsapparate, ganz verfehlen. Die

1) Man findet sie am besten und ausführlichsten beschrieben und abgebildet in Thom. Tredgold's the steam engine, its invention and progressive improvement etc. pag. 409 und plat. 89, 90 etc. Ferner in Cheval. de Pambour pract. Abhandlung über Dampfwagen und Eisenbahnen (aus dem Engl.), Cap. I., und im Portefeuille industriel du Conservatoire des arts et métiers, Tom. I (übersetzt in Dingler's polyt. Journal, Bd. LIX, S. 401), endlich auch in Armengaud's Eisenbahnwesen.

Digitized by Google

Röhren dieser Kessel sind nichts weiter als eine Zersplitterung der frühern einfachen Rauchröhren oder Feuerzüge, wie wir sie an den Kesseln der alten Dampfwagen und der Dampfschiffe finden. Die oben gerügten Nachtheile dieser treffen auch sie. Sie heben auf alle Fälle hinsichtlich ihres äußern Umfangs die voluminöse Form der alten Hochdruckmaschinenkessel nicht auf, gehen also auf die Hauptsache nicht ein. Zudem verdienen sie den Vorwurf einer viel zu engen Zusammenstellung der Röhren, wodurch die Wasserräume zwischen diesen in dem Maaße verkleinert erscheinen, daß eine Entblößung der Röhren von Wasser unvermeidlich wird. Dieser Umstand giebt eben so gültig den Schlüssel zu der Erfahrung, daß die Röhren immer schon nach kurzer Anwendung zerstört werden, und ihren Dienst versagen, oder doch immerwährenden Reparaturen ausgesetzt sind [1]), als es die unzweckmäßige Verbindung ihrer beiden Enden mit den Endplatten des cylindrischen Kesseltheils thut, wodurch bei der verschiedenen Erhitzung und Ausdehnung der Röhren schädliche Spannungen verursacht werden. Während nämlich die, zwischen den untern Röhrenlagen entwickelten Dampfblasen in die engen Zwischenräume der obern Lagen emporbringen, verdampft auf ihrem Wege immer mehr die geringe Quantität Wasser, die sie mit sich führen, und die obern Zwischenräume empfangen zuletzt nur Dampf; die obern Röhrenlagen erhalten bei der bestehenden Anordnung der Kessel und ihrer Stellung gegen den Feuerheerd aber gerade die intensivste Hitze des Feuerheerdes. Zweckmäßiger als in den Locomotivkesseln ist unstreitig die Anordnung der Röhren in den neuen Kesseln von Neukranz [2]), die Herr Penn in Greenwich häufig für Dampfschiffe anfertigt, und in welchen die Röhren oberhalb des Feuerplatzes quer durch den senkrechten Feuerkanal laufen, der innerhalb des Kessels angebracht ist. Diese Röhren

1) Die Röhren der englischen Locomotiven dauern selten länger als 2 Monate ohne wichtige Reparaturen aus; die der amerikanischen Kessel von Norris sollen länger, d. h. 4—6 Monate, genügen.

2) Gewerbblatt für Sachsen, IV. Jahrgang, Nr. 49, S. 399.

Digitized by Google

sind mit Wasser gefüllt, haben im Verhältnisse zu ihrer Länge größere Durchmesser und münden mit beiden Enden in den Wasserraum des Kessels. Leider erfüllen aber auch diese Kessel wegen ihres äußern voluminösen Umfanges eben so wenig den eigentlichen Zweck der Röhrenconstruction, als es alle andere thun, die in dieser Hinsicht mit ihnen gleich gebaut sind.

Ein Röhrenkessel muß nach meiner Ansicht und Erfahrung in allen seinen Theilen die Röhrenform möglichst bewahren, wenigstens müssen die ihm beigegebenen größern Theile cylindrisch und von nicht zu großen Durchmessern, oder doch so stark gebaut sein, daß die Röhren die schwächere Partie des Kessels bilden. Die Röhren selbst müssen einen solchen Durchmesser erhalten, und von einem solchen Metalle construirt sein, daß beim wirklichen Bersten derselben keine gefährliche Explosion erfolgen kann. Dies ist aber nur möglich, wenn ihre Metalldicke so gering ist, daß ein Bersten derselben schon bei geringerm und weniger gefährlichen Dampfdrucke im Kessel erfolgt, und ihre Wände von solchen Metallen, und so dünn construirt werden, daß wohl ein Aufreißen derselben, aber kein Zerspringen in massive Stücke erfolgen kann. Unter allen Umständen müssen aber die Röhren die eigentlichen Entwicklungsgefäße eines solchen Kessels bilden, sie allein müssen vom Feuer berührt werden, und seinen schädlichen Einfluß erfahren. Die den Röhren beigegebenen größern Gefäße sollte man hingegen allen schädlichen, sie zerstörenden Potenzen möglichst entziehen, damit sie für sehr lange Zeit in einem erprobt sichern Zustande verbleiben. Nur ein Röhrenkessel, der allen diesen Forderungen entspricht, verdient gefahrlos genannt zu werden. Bei seiner Anwendung ist der hohe Dampfdruck kein Gegenstand der Furcht mehr; sicher kann man ihm das Leben der Menschen anvertrauen, und ungefährdet bleibt in seiner Nähe Habe und Gut.

Was die Anwendung der Röhren betrifft, so müssen sie eine solche Stellung im Ofen erhalten, daß die Flamme sie in der günstigsten Richtung trifft, und die Hitze so vollkommen als möglich von ihnen absorbirt wird; sie müssen im Verhält-

Digitized by Google

niſſe zu ihrem Durchmeſſer eine ſolche Länge haben, daß weder die Wallungen in ihnen zu groß werden, und das Waſſer aus ihnen herausgeworfen wird, noch ſie von der Hitze ſich werfen und krümmen; müſſen alle die entwickelten Dämpfe gehörig abführen, und regelmäßig mit Waſſer geſpeiſet werden; müſſen in einer ſolchen Verbindung mit dem übrigen Keſſel ſtehen, daß beim Berſten eines derſelben nicht der Vorrath des ganzen Keſſels an Dampf und Waſſer ſich plötzlich, und auf eine gefährliche Weiſe entleeren könne; müſſen ſo tief unter dem oberſten Waſſerſpiegel des Keſſels (der Recipienten oder Separatoren) liegen, daß ein bedeutendes Sinken des Waſſers noch keinen Waſſermangel in ihnen zur Folge habe, und in dem Falle eines wirklichen Waſſermangels müſſen ſolche Röhren zuerſt leer werden, die die wenigſte Hitze des Ofens empfangen; endlich müſſen die Röhren in einer ſolchen Verbindung mit einander ſtehn, daß nirgends ſchädliche Spannungen entſtehen, und daß ſie alle von dem in ihnen ſich niederſchlagenden Keſſelſteine bequem und vollkommen gereinigt werden können.

Die Aufſtellung dieſer Bedingungen führt uns das ganze Gewicht der Schwierigkeiten vor Augen, deren ich oben Erwähnung gethan. Ich will jetzt in einigen Worten dieſe Bedingungen noch mehr zu beleuchten ſuchen.

Was die den Röhren beigegebenen großen Behälter betrifft, ſo können ſie ſelbſt aus Röhren von größern Durchmeſſern beſtehn, oder flache Kammern bilden, die in einer Stärke gebaut werden, daß ſie einen ſehr hohen Druck (von 400 bis 500 Pfund auf den Quadratzoll) auszuhalten vermögen, was durchaus keine Schwierigkeiten hat. Die Durchmeſſer cylindriſcher Behälter laſſe man 16 Zoll wo möglich nicht überſchreiten, und conſtruire ſie von wenigſtens $\frac{3}{8}$ Zoll dickem Eiſenbleche, was ſicher und genau in die cylindriſche Form zuſammengenietet wird. Wo ſolche Gefäße große Räume faſſen müſſen, gebe man ihnen lieber eine größere Länge, als einen größern (als den angegebenen) Durchmeſſer, oder vermehre ihre Anzahl. Ihre Schlußdeckel kann man flach und von Gußeiſen,

Digitized by Google

aber von großer Stärke (1½ bis 2 Zoll stark) einrichten, und muß sie mit den Behältern auf eine sichere Weise und so verbinden, daß sie leicht abgenommen werden können, wenn eine Reinigung derselben nöthig wird. Sie müssen unter allen Umständen einer starken Einwirkung des Feuers ganz entzogen werden, dürfen daher höchstens mit derjenigen Hitze des Ofens in Berührung treten, die an den Entwicklungsröhren ihre hohe Temperatur eingebüßt hat. Um sie auf ihrer äußern und innern Oberfläche gegen Rost zu schützen, kann man diese zu öftern Malen mit Oelfirniß überziehen, und den Anstrich, wenigstens auf der innern Oberfläche, alle Jahre erneuern. Da die größern Behälter gewöhnlich als Separatoren oder als Verbindungsmittel zwischen den Röhren angewandt werden, so müssen sie diesem Zwecke genau entsprechen. Als Separatoren müssen sie die Dämpfe vollkommen vom Wasser scheiden, so daß durchaus nichts von letzterm in den oder die arbeitenden Cylinder dringen kann, und zu diesem Ende muß der Wasserspiegel in ihnen von gehöriger Ausdehnung sein. Damit das Wasser beim Sieden aber nicht bis zu einer schädlichen Höhe in ihnen ansteigen, nicht zu sehr aus den Siedröhren und ihren Verbindungsbehältern in sie überkochen kann, muß ihr Wassergehalt in einem bestimmten Verhältnisse zum Wasserquantum der Röhren und des übrigen Kessels stehen. Die Dampfräume in denselben müssen dem Cylinderinhalte angemessen sein, damit der Dampfdruck beim momentanen Einströmen in den Cylinder nicht zu sehr gemindert, und ein Anschäumen des Wassers bewirkt werde.

Gewiß scheint vielen meiner Leser anfangs meine Behauptung, daß die Röhren der Röhrenkessel die schwächern Organe dieser Kessel sein müssen, paradox oder wenigstens doch sehr gewagt zu sein, da sie mit allen bisherigen Ansichten über diesen Gegenstand im grellsten Widerspruche steht, und alle bisherigen Vorschriften und gesetzlichen Bestimmungen, die Metallstärke der Röhren betreffend, über den Haufen wirft; erwägt und prüft man indessen die später gegebenen Gründe, so dürfte die Sache in den Augen wirklicher Kenner ein anderes An-

Digitized by Google

sehn gewinnen; denn einmal beschränkt man mögliche Explosionen nun auf die Röhren, als auf diejenigen Organe der Kessel, deren Bersten mit keiner Gefahr verbunden ist, wenn sie von zähen Metallen construirt, und nur dünn von Wänden sind, andern Theils werden Explosionen durch eine schwächere Bauart der Röhren nur bei einem geringern Dampfdrucke eintreten, der keine so große Höhe erreicht, um bedeutende Verheerungen anzurichten. Wer Erfahrungen über das Bersten dünner kupferner Röhren besitzt, der wird mir beipflichten, daß auf diese Weise alle Sicherheit erreicht werden kann, die nur zu wünschen ist. Die Röhren werden hier zu Sicherheitsventilen, deren Funktion dann sicher eintritt, wenn ein doppelt oder dreifach höherer Druck als der gesetzliche eintritt, und alle gewöhnlichen Sicherheitsmaßregeln ihren Dienst versagen. Sind doch auch dünne kupferne Säcke und Platten schon als Sicherheitsmaaßregeln von Perkins und Clement Deformes vorgeschlagen und angewandt. Wollte man mir einwenden, daß bei einer solchen Schwäche der Röhren durch ihr Bersten oft Störungen des Kesselbetriebs eintreten würden, so erwidere ich darauf, daß ein doppelter oder dreifacher Druck wohl selten erreicht wird, die den Kessel bedienenden Individuen müßten denn jede Vorsicht mit Füßen treten, oder diesen Druck auf eine ungesetzliche Weise gestissentlich herbeiführen. Wo sieht dies aber zu erwarten, und werden in einem solchen Falle nicht die gewöhnlichen Sicherheitsmaaßregeln, selbst wenn sie bei geringern Dampfpressungen unthätig blieben, doch endlich in Funktion treten? In meiner frühern Werkstätte in Klein Wehnendorf bei Rostock sind in den letzten Jahren eine Menge Explosionen an den kupfernen Röhren meines Dampfkessels vorgekommen, indem durch den Zahn der Zeit ihre Wanddicke auf eine ungewöhnliche Weise geschwächt war, aber diese Explosionen waren stets von so geringen Zufällen begleitet, daß sie als eine alltägliche Erscheinung betrachtet wurden, die uns nur in so ferne unangenehm berührte, als der Betrieb der Maschine auf einige Stunden unterbrochen wurde. Wegen Verlegung meiner Fabrik nach Güstrow, wo eine größere Dampfmaschine an-

Digitized by Google

gewandt werden sollte, wollte ich den Kessel nicht erneuern lassen, auch erlaubte der lebhafte Betrieb des Geschäftes eine dadurch entstehende längere Unterbrechung nicht. Sind Röhrenkessel so eingerichtet, daß man ohne große Umstände und bedeutenden Zeitverlust geborstene Röhren mit andern vorräthig gehaltenen vertauschen kann, wie es billig immer der Fall sein sollte, und auch bei dem Wehnendorfer wirklich der Fall war, so verliert der obige Einwurf vollends alles Gewicht. Ein Röhrenkessel der Art erlangt dadurch im Gegentheil noch bedeutende Vorzüge vor den gewöhnlichen voluminösen Kesseln, deren Explosionen nicht allein Menschenleben und Habe und Gut vernichten, sondern auch den Betrieb der Dampfmaschine für lange Zeit gänzlich aufheben. Und sollten endlich wohl viele voluminöse Kessel, vorzüglich der Maschinen mit niederm Drucke, bis zum doppelten oder dreifach gesteigerten Dampfdrucke in ungestörter Thätigkeit bleiben? wird ein solcher Druck, wenn er einmal eintreten sollte, bei ihnen so unwichtige Folgen haben können, als das Zerspringen eines Rohres herbeiführt? Steht endlich aber auch von dünnen Röhrenwänden, wenn sie glühend werden, eine solche copiöse, plötzliche, rapide und gefährliche Dampfentwicklung zu erwarten, als von den dicken Wänden der gewöhnlichen voluminösen Kessel, wenn sie zufällig wieder vom Wasser bedeckt werden? Wird der dadurch plötzlich gesteigerte Dampfdruck sich nicht mehr auf die betheiligten Röhren beschränken, wenn diese die oben angeführte Bedingung erfüllen, mit dem übrigen Kessel nur durch kleine Oeffnungen verbunden zu sein? wird so leicht und in solchem Umfange eine Entblößung der Röhrenwände von Wasser Statt finden können als in jenen, wenn die Recipienten und Separatoren, wie ich oben bedungen habe, ein größeres Wasserquantum fassen, und so gestellt sind, daß sie erst völlig leer kochen müssen, wenn ein Mangel an Wasser in den Röhren entstehen soll? und werden dann nicht erst die obern Röhrenlagen, die einen geringern Hitzegrad erfahren, wasserleer werden? Ist bei solchen Einrichtungen eine Gefahr auf Schiffen zu fürchten, wenn diese auf unruhiger See schwanken und bei Zuhülfe-

Digitized by Google

nahme von Segeln ſich auf die Seite legen, und ſich bei eintretenden Wendungen wieder aufrichten?

Röhren von geringer Metallſtärke haben auch den Vortheil, daß ſie mehr Dämpfe entwickeln als dicke, indem die Hitze dünne Metallſchichten ſchneller und vollkommener durchdringt als dicke, auch gehen ſie nicht viel ſchneller zu Grunde, als Röhren von großer Metallſtärke, da die Hitze ſich in dünnen Metallſchichten weniger anhäuft, und die Temperatur des Waſſers und der Dämpfe im Keſſel gar nicht überſchreitet, wo hingegen, wie ich ſchon gezeigt habe, dicke Metalllagen einen für die Structur des Metalles ſchädlichen ungleichen Hitzegrad auf ihrer äußern, vom Feuer beſtrichenen, und innern, vom Waſſer bedeckten Fläche annehmen, wodurch Riſſe und Sprünge im Metalle bedingt werden.

Die oben nun folgenden Bedingungen dürften jetzt in Bezug auf das oben Geſagte weniger Erläuterung bedürfen. Sollen die den Röhren beigegebenen größern Behälter die ihnen gegebene Stärke dauernd behalten, und in einem erprobt ſichern Zuſtande verbleiben, ſo muß das Feuer, als das zerſtörende Princip, ſo wenig als möglich auf ſie einwirken können; auf die Röhren, als auf die gefahrloſeſten Organe muß die Gefahr übertragen werden, wenn ſie nichtig werden, verſchwinden ſoll.

Eine der größten Schwierigkeiten beim Bau zweckmäßiger Röhrenkeſſel dürfte begründet ſein in einer richtigen Stellung der Röhren im Ofen, und in einer regelrechten Verbindung derſelben unter einander, und mit den ihnen zugeſellten größern Behältern, wobei eine möglichſt ſtarke Dampfentwicklung bewirkt, und Dampfab- und Waſſerzufluß in ihnen in eine ſichere Verfaſſung geſetzt werden. Eben ſo wird eine angemeſſene Beſtimmung der Längenverhältniſſe der Röhren zum Durchmeſſer, und ihres Durchmeſſers ſelbſt, nicht ſo leicht ſein, als man anfangs glauben mögte.

Bei den meiſten Röhrenanordnungen iſt der große Fehler begangen worden, daß man den Durchmeſſer der Röhren zu klein, und ihre Länge in Verhältniß zu demſelben zu

Digitized by Google

groß nahm. Hiedurch führte man folgende Unannehmlichkeiten herbei.

1) Die Röhren lieferten für ihre Länge und Weite zu wenig Feuerberührungsfläche, und es mußte nun eine zu große Menge Röhren angewandt werden, wenn eine bedeutende Wirkung erzielt werden sollte. Dadurch wurde aber die Verbindung derselben unter einander schwieriger, ihr Verstopfen durch Unreinigkeiten und Kesselstein begünstigt, und das Reinigen derselben von beiden erschwert, ja fast unmöglich gemacht.
2) Die entwickelten Dampfblasen trieben das Wasser zu sehr aus ihnen heraus, sie kochten trocken, und wurden zerstört.
3) Sie bogen und krümmten sich leicht, und verloren ihre regelmäßige Stellung gegen einander, indem eine gehörig gleiche Vertheilung des Wassers und eine genügende Strömung desselben und der Dämpfe in ihnen erschwert wurde, und so stellenweise Dampfstagnationen und Anhäufungen in ihnen entstanden, die eine ungleiche Erhitzung derselben zur unausbleiblichen Folge hatten.

Allen diesen Unannehmlichkeiten geht man aus dem Wege, wenn man den Röhren einen größern Durchmesser, d. h. einen solchen von wenigstens 4 Zoll giebt. Röhren von diesem Durchmesser sind weit genug, um kleine Kessel zu repräsentiren, in welchen die Feuerberührungsfläche in ein richtiges Verhältniß zum kubischen Inhalte tritt, so daß Dampf- und Wasserraum gehörig geschieden bestehen können, und die Strömung der Dämpfe zu den Abzugsöffnungen hin weder das Wasser mit fortreißt, noch seinen Ersatz auf irgend eine Weise hindert. Röhren von solchem Durchmesser verbreiten bei zweckmäßiger Wandstärke nicht die mindeste Gefahr, wenn sie bersten, denn Wasser- und Dampfvorrath in ihnen sind von keiner beunruhigenden Größe und Ausdehnung. Auch kann man ihnen schon eine Länge geben, die ihren Durchmesser um das 16 bis 18fache übertrifft. Eine größere Länge habe ich nie gewagt und wirklich versucht, in der Furcht, daß dann doch die vorhin genannten Mängel wieder Gewicht gewinnen könnten, auch bedarf

Digitized by Google

man ihrer nicht, ja sie hat sogar Unbequemlichkeiten, wie ich weiter unten zeigen werde.

Ein sehr zu beachtender Vortheil solcher Röhren ist, daß eine Reinigung derselben vorgenommen werden kann. Zu diesem Ende müssen sie mit zweckmäßigen Schlußdeckeln versehen sein, die mit leichter Mühe und Bequemlichkeit abgenommen werden können, und ein gehöriges Einbringen reinigender Instrumente gestatten.

Wie eine Verbindung der Röhren mit den ihnen beigesellten Behältern auf eine bequeme und dauerhafte Weise gemacht werden könne, die zugleich erlaubt, die Röhren bei zu großer Abnutzung, oder nach dem Berſten, leicht mit andern zu vertauschen, auf welche Weise man endlich den oben angegebenen Zweck erreicht, eine zu starke und plötzliche Entleerung des ganzen Kessels beim Zerspringen einzelner Röhren zu verhüten, werde ich später bei der Beschreibung meiner Röhrenkessel näher erläutern.

Ueber die zweckmäßigste Stellung der Röhren im Ofen, um ihnen das möglichst größte Maaß Hitze zuzuführen, hat man von je her sehr verschiedene Ansichten gehabt, jedoch ist man in neuster Zeit so ziemlich einig darüber geworden, daß eine senkrechte Stellung in jeder Hinsicht die zweckwidrigste und nachtheiligste sei. Die Hitze streicht an senkrechten Kesselwänden und in senkrechten Zügen zu schnell, und mit zu wenigen Hindernissen vorüber, um gehörig Absatz zu finden [1]). Soll sie gehörig absorbirt werden, so muß sie, in ihrem Zuge durch den Ofen, möglichst senkrecht gegen die zu erhitzenden Gegenstände stoßen, und eine Brechung in ihrem Strome erfahren, wodurch sie gezwungen wird, sich an denselben aufzudämmen, und eine

1) Bei meiner Dampfmaschine in Klein Wehnendorf habe ich zuerst einen Kessel mit liegenden Röhren, in der Form des nun bald zuerst zu beschreibenden, an dessen Röhren die Hitze parallel mit ihren Wänden strich, später einen mit senkrecht stehenden, an welchen sie aufstieg, in Gebrauch gehabt. Der erste hatte nur 8 Quadratfuß Feuerberührungsfläche, der zweite 12, und dennoch leistete der erste mit 200 Soden Torf à Tag mehr, als der letztere mit 300.

andere Richtung in ihrem Fortgange anzunehmen. Schon sehr viele Physiker haben die Wahrheit dieser Behauptung anerkannt, und die Erfahrung bestätigt sie von allen Seiten. In letzterer Zeit hat vorzüglich Seguier [1]) dieselbe deutlicher vor Augen gestellt, und sie durch überzeugende Versuche bewiesen. Ob und wie eine solche Leitung der Hitze an einem Röhrenkessel durchzuführen sei, werde ich später erläutern. Hier sei nur so viel gesagt, daß horizontalliegende Röhren am meisten diese Aufgabe lösen, so wie sie denn in jeder Hinsicht vorzugsweise geeignet sind, alle Bedingungen guter Siedegefäße zu erfüllen. Seguier empfiehlt schief gestellte Röhren, meine Erfahrung hat mir aber gezeigt, daß schädliche Wallungen, wobei das Wasser aus den Röhren herausgeworfen wird, nirgends greller auftreten, als in solchen Röhren, vorzüglich wenn sie von kleinerm Durchmesser sind. Sie kommen hierin den senkrecht gestellten fast ganz gleich, zu geschweigen, daß eine senkrechte Leitung der Hitze gegen dieselben mehr Schwierigkeiten hat, als bei horizontalen Röhren. Will man sie und die senkrechten Röhren gegen diese schädlichen Wallungen einigermaßen schützen, so muß man sie mit Apparaten versehen, die eine stete Circulation in ihnen erhalten, und die Dämpfe auf eine Weise abführen, wobei das Wasser derselben in möglichster Ruhe erhalten wird. Perkins [2]) und Henschel [3]) in Cassel haben dergleichen empfohlen. Sie sind aber eine complicirte Zugabe zu einem Röhrenkessel, und erschweren sehr die Reinigung desselben. Wie unzweckmäßig und in jeder Hinsicht schädlich eine senkrechte Stellung der Röhren genannt zu werden verdiene, davon bin ich recht lebhaft durch die Erfahrung an einem Röhrenkessel der Art überzeugt worden, den ich mehrere Jahre in Wehnendorf anwandte. Derselbe lieferte nicht

1) In seiner oben schon angeführten, vor der Academie der Wissenschaften in Paris vorgetragenen Abhandlung über die Apparate zur Dampfentwicklung (Recueil industriel, Jan. 1831 p. 1. Febr. p. 89. Mars p. 155. Dingler's polyt. Journ. B. XLIV. S. 418.

2) Repertory of Patent-inventions, März 1832, pag. 134.

3) Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1819, Stück 4.

Digitized by Google

allein wenig Dampf, ſondern ſeine ſenkrechten Röhren litten wegen unregelmäßiger Waſſercirculation und Stagnation von Unreinigkeiten und Niederſchlag von Keſſelſtein in ihre untern Enden alle Augenblicke durch Ausbrennen ihrer Böden [1]).

So viel von den Bedingungen, wonach Röhrenkeſſel gebaut werden müſſen, wenn ſie alle von ihnen zu hoffenden Vortheile gewähren ſollen. Bei der Beſchreibung meiner Röhrenkeſſel werde ich auf die Sache noch näher einzugehen viele Gelegenheit finden. Hier nur noch einige dieſen Gegenſtand erläuternde Bemerkungen:

Am wenigſten ſind ſchädliche Wallungen in Röhren zu fürchten, die halb mit Waſſer gefüllt ſind. Sie enthalten einen vom Waſſer gehörig geſchiedenen Dampfraum, indeſſen hat eine Speiſung derſelben in der Art, daß ſelbſt bei Anwendung einer größern Röhrenanzahl alle einzelnen Röhren immer genau halb gefüllt bleiben, große Schwierigkeiten. Wollte man zu dieſem Zwecke die Röhren ſo unter einander verbinden, daß bei entſtehendem Ueberfluſſe von Waſſer in dem einen (nach einem früher im Dingler'ſchen polyt. Journale B. XL. S. 33 von mir gemachten Vorſchlage), dieſer Ueberfluß in das nachfolgende Rohr überginge, indem die verbindende Oeffnung grade die Waſſerlinie beider berührte, ſo würde ſehr oft eine Ueberfüllung der letzten Röhrenlagen eintreten, und der Zurücktritt des von Rohr zu Rohr vorwärts drängenden Waſſers zum erſten zurück mit manchen Schwierigkeiten verbunden ſein. Spätere Erfahrungen, die ich über dieſen Gegenſtand geſammelt habe, überzeugten mich, daß dieſes Princip ſelbſt bei Röhren von größerm Durchmeſſer [2]) ſchwer durchzuführen ſei, wenig-

---

1) In dieſem Dampfkeſſel war die Anordnung der Röhren und der ſie vereinigenden Haube ganz nach dem Henſchel'ſchen Plane getroffen, auch enthielten die ſtehenden Röhren ein zweites blechernes Rohr vom halben Durchmeſſer derſelben, welches unten offen war, und 1 Zoll vom Boden der Siedröhren ausmündete, ſich oben da, wo es in die Haube mündete, aber etwas trichterförmig erweiterte, und beſtimmt war, eine beſtändige Waſſerſtrömung nach dem Boden der Siedröhren hin zu bewirken.

2) Daß eine ſolche Einrichtung völlig unpractiſch ſei, erfuhr ich an

Digitized by Google

stens viele und große Uebelstände habe, denen man durch eine andere Construction sehr leicht aus dem Wege gehen kann. Halbgefüllte Röhren liefern weniger Dämpfe als ganz gefüllte, weil ihre untere Hälfte, als diejenige, die allein mit Wasser in Berührung steht, nur der Ofenhitze ausgesetzt werden darf. Auch erfordern sie aus diesem Grunde mehr Metall, indem eine größere Menge Röhren anzuwenden ist, um mit ganz gefüllten und ganz vom Feuer umspielten Wänden eine gleiche Wirkung hervorzubringen. Kann man auch die ganze Oberfläche ganz gefüllter Röhren nicht als in gleichem Grade wirksam annehmen, so fungirt doch gewiß über $\frac{2}{3}$ derselben sehr günstig, vorzüglich wenn ihre Stellung gegen den Strom der Hitze zweckmäßig angeordnet ist. Je weniger Röhren man in einem Ofen aufzustellen braucht, um eine geforderte Menge Dampf zu produciren, je kleiner wird endlich noch der Heizraum im Ofen, je geringer die Ausdehnung seiner Flächen, die Hitze absorbiren, und in ein je kleineres Format kann man einen Dampfentwicklungsapparat bringen, Umstände, die oftmals sehr große Berücksichtigung verdienen.

Ganz gefüllte Röhren sind weit mehr, als die halbgefüllten, schädlichen Wallungen unterworfen, wodurch, wenn sie eng sind, das Wasser völlig aus ihnen ausgetrieben werden kann. Sie enthalten keinen anhaltend und unverändert bestehenden Dampfraum. Dieser bildet sich immer nur momentan, verschwindet aber durch die Entweichung der Dämpfe mehr oder weniger sogleich wieder, so daß die Wirkung solcher Röhren in schnell oder langsamer auf einander folgenden Eruptionen, von einem eigenen Geräusch, und oft mit einer eigenthümlichen Erschütterung des Rohres verbunden, sich äußert. Diese sonderbare Wirkungsart solcher Röhren verschwindet aber mehr,

---

einem Röhrenkessel, der noch dazu Röhren von 8 Zoll Durchmesser hatte. Bei jeder stärkern Aufwallung des Wassers in demselben drängte dieses in das letzte Rohr über, so daß solches in dem Maaße überfüllt wurde, daß Wasser in großen Quantitäten in die Maschine drang, und diese nicht allein in ihrer regelmäßigen Wirkung störte, sondern auch derselben zu ihrem größten Nachtheile eine Menge Unreinigkeiten aus dem Kessel zuführte.

Digitized by Google

wenn die Röhren hinsichtlich ihrer Länge zu ihrem Durchmesser in einem günstigen Verhältnisse stehn, und ganz wenig geneigt liegen, so daß die entstehenden Dämpfe nach der Abflußöffnung zu dem Antriebe ihres geringern specifischen Gewichtes ungehindert folgen können.

Viele Erfinder von Röhrenkesseln haben eine lange Röhrenleitung von geringem Durchmesser empfohlen [1]), die in verschiedenen Windungen durch den Heizraum des Ofens geht, und in deren unteres Ende sie das Wasser eintreiben wollen. Sie glauben das Wasser auf seinem langen Wege durch diese Leitung recht sicher zu verdampfen, bedenken indessen nicht, daß bei verschiedenen Graden von Dampfentwicklung und verschiedener Stärke des Feuers in diesem Kessel das Wasser zu seiner Verdampfung auch verschiedene Längen dieser Röhren in Anspruch nehmen müsse, und daß aus diesem Grunde der obere Theil der Röhren leicht trocken kochen wird. Nicht schwer ist nämlich einzusehen, daß, wenn bei einer nöthigen Mäßigung des Ganges und der Kraft einer Dampfmaschine, oder wegen entstehender Mängel an der Speisepumpe, weniger Wasser in diese Röhrenleitung eingespritzt wird, dieses, beim Mangel einer dazu in Verhältniß stehenden Feurung im Ofen, bis zu seiner völligen Verdampfung, in der Leitung einen kürzern Weg durchlaufen wird, als wenn Feurung und Wasserinjection im maximo bestehn, so wie es Jedem klar in die Augen springen wird, daß bei irgend einer freiwilligen oder unfreiwilligen, durch Fehler an derselben herbeigeführten Unthätigkeit der Speisepumpe die ganze Röhrenleitung in die größte Gefahr einer völligen Zerstörung durch's Feuer gerathen muß. Ganz unbrauchbar sind aber auch noch dergleichen Röhrenkessel aus dem Grunde, weil eine Reinigung derselben auf gewöhnlichem und sicherem Wege ganz unmöglich ist. Auch findet sich, daß durch die in dem

---

1) Vid. Bernoulli's Anfangsgründe der Dampfmaschinenlehre. Ein solcher Kessel ist auch der von Ruthwen. Vid. Mechan. Magazine. N. 851. und Repertory of patent. invent. Febr. 1840. p. 78. — Dingler's polyt. Journal B. LXXV. S. 323, B. LXXVI. S. 242.

Digitized by Google

obern Theile der Leitung immer größer werdende Dampfströmung leicht erdigte Concremente, die sich aus dem Wasser während des Verdampfens niederschlugen, und an den Wänden der Leitung locker hängen blieben, in Form von feinem Mehl in die arbeitenden Cylinder und die Steuerungsorgane der Maschine geblasen werden. Versuche, die ich hierüber angestellt habe, haben mich nicht allein von diesem Uebelstande überzeugt, sondern auch belehrt, daß derselbe sich bei jedem Entwicklungsapparate mit Wasserinjection einfinde.

Röhrenkessel eignen sich selten für niedern Druck. Sie sind vorzugsweise auf die Entwicklung hochdrückender Dämpfe angewiesen, in so ferne als letztere ein weit geringeres Volumen einnehmen, daher verhältnißmäßig weit weniger Wallung in den Entwicklungsröhren und den Separatoren und Recipienten, als die mit niederm Drucke, erzeugen. Unter je höherm Drucke die Dämpfe entwickelt werden, je geringer sind natürlich die Wallungen, und desto unschädlicher ist ihr Einfluß. Es kann daher ein Röhrenkessel, der bei niederm Drucke schlechte Resultate giebt, bei dem die Röhren unter diesem Drucke mehr oder weniger leer kochen, während aus den Recipienten und Separatoren das Wasser in die Cylinder übersprudelt, bei höherm Drucke von guter und zweckmäßiger Wirkung sein. Hieraus folgt, daß die Höhe des Drucks, unter welchem man die Dämpfe in einem Röhrenkessel entwickelt, großen Einfluß habe, nicht allein auf das Verhältniß des kubischen Inhaltes der Separatoren und Recipienten zu dem der Röhren, sondern auch auf den Durchmesser der Röhren selbst, so wie derjenigen Oeffnungen und Canäle, wodurch sie mit einander verbunden sind.

Wenn man bedenkt, daß beim Unterfeuern unter einem Hochdruckkessel das Wasser beim Beginnen des Siedens zuerst noch keinen hohen Druck erleidet, indem die Dämpfe anfangs unter niedrigem und nur allmählig steigendem Drucke entwickelt werden, so folgt aus dem Ebengesagten, daß man zuerst, wo die Dämpfe noch das Volumen eines einfachen Dampfes einnehmen, und auch noch später, wo dieses noch nicht bedeutend abgenommen hat, sehr viel Vorsicht auf den Grad des Feuers

Digitized by Google

verwenden müsse, und zwar um so mehr, je enger die Röhren, und je weniger günstig das Verhältniß dieser zu ihren Separatoren und Recipienten ist. Feuert man alsdann gleich zu stark, so kann nämlich leicht ein Trockenkochen der untern Röhrenlagen und eine Ueberfüllung der Separatoren ꝛc. mit Wasser entstehn. Man sieht dann den Wasserspiegel in den Separatoren und Recipienten sehr unruhig werden, ungewöhnlich aufschäumen und aufsteigen. Haben die Dämpfe indessen nur erst einen höhern Druck und ein kleineres Volumen erreicht, so kann man das Feuer ohne Furcht verstärken. Der Wasserspiegel wird dann trotz dieser Verstärkung des Feuers nach und nach ruhiger werden, und sich wieder auf ein niedrigeres Niveau zurückziehen.

Viele Versuche und vergleichende Berechnungen, die ich an gewöhnlichen Kesseln mit niederm Drucke angestellt habe, haben mich belehrt, daß ein Kubikfuß Dampf, für die Secunde erzeugt, einen Wasserspiegel von 5—6 Quadratfuß Fläche nöthig habe, um sich frei und ohne schädliche Wallung aus dem Wasser eines Kessels oder eines Separators oder Recipienten zu entwickeln. Hiebei ist dann aber die Bedingung, daß der Dampf an der ganzen Fläche des Wasserspiegels sich gleich erhebe und nicht auf eine Stelle derselben vorzugsweise dirigirt werde. Dieses Resultat giebt einen Anhaltspunkt für die zweckmäßigste Form und Größe der Separatoren und Recipienten solcher Röhrenkessel, die mit ganz gefüllten Röhren arbeiten, wenigstens für die nöthige Größe des Wasserspiegels in denselben. Zugleich führt es uns aber auf die Nothwendigkeit hin, solche Separatoren ꝛc. so aufzustellen, daß der Wasserspiegel in ihnen die höchst möglichste Ausdehnung gewinne. Dieserhalb sind alle aufrechtstehenden Separatoren ꝛc. ihrem Zwecke lange nicht so entsprechend als liegende, sobald ihre Länge ihren Durchmesser übertrifft, und viele der neusten Verbesserer der Röhrenkessel, die diesen Umstand unberücksichtigt ließen, haben einen unverzeihlichen Fehler begangen [1]). Daß Röhren-

1) Zu ihnen gehören vorzüglich Gurney und Perkins. (Man vergleiche deren im Dingler'schen polyt. Journale abgebildete Kessel.)

keſſel auf Schiffen in dieſer Beziehung andere Rückſichten als Landkeſſel erfordern, dürfte in die Augen ſpringen. Hier ſind unfehlbar die Recipienten ſo anzuordnen, daß die Schwankungen des Schiffs weniger Einfluß auf den Waſſerſpiegel gewinnen, und deshalb mehr in ſtehender als liegender Stellung zu erbauen, wobei denn eigene Separationsvorrichtungen zu Hülfe genommen werden können.

Unter den neuern Röhrenkeſſeln verdient der von Gurney gewiß als einer der vorzüglichſten genannt zu werden. Eine treue Beſchreibung dieſes Keſſels habe ich, nach in London genommener Selbſtanſicht, im Dingler'ſchen polytechn. Journal, Bd. XXIX. S. 1, geliefert. Wenn ſelbiger von derjenigen Form bedeutend abweicht, die Gurney in ſeiner Patenterklärung [1]) beſchrieben hat, ſo iſt das ein Beweis, daß er ſeine erſten Pläne als nicht zweckmäßig wieder verworfen habe. Keſſel nach meiner Beſchreibung arbeiteten nicht allein in Herrn Gurney's Maſchinenmanufactur, ſondern auch in andern Werkſtätten Londons, namentlich in den portable gas works, und ſelbſt diejenigen, die er auf ſeinen Dampfwagen für gewöhnliche Straßen anwandte, waren nur in unweſentlichen Dingen von dieſen verſchieden. Alle ſeine Keſſel vermittelten, wie meine Beſchreibung und Abbildung ſogleich in die Augen ſpringend zeigt, eine ſehr zweckmäßige Circulation des Waſſers, jedoch hatten die Entwicklungsröhren, wie ich in derſelben ſchon bemerkt habe, in Verhältniß zu ihrer Länge einen zu kleinen Durchmeſſer. Bei denen, welche ich ſahe, betrug dieſer Durchmeſſer bei einer Länge der Röhren von 8—10 Fuß nur ¾ Zoll. Solche Röhren kochen natürlich leicht trocken, verſtopfen ſich mit Keſſelſtein und ſonſtigen Unreinigkeiten, und müſſen dann bald zerſtört werden. Dieſe meine Meinung ſchon in meiner Beſchreibung ausſprechend, ahnte ich nicht, daß ſie ſobald in Erfüllung gehen würde. Im Repertory of Patent-inventions, Nov. 1831, p. 278, finden wir ſie nämlich durch

1) London Journal of arts, April 1827, pag. 77. — Dingler's polytechn. Journal, B. XXV. S. 27.

Digitized by Google

die Erfahrung bestätigt. Wenn der Verfasser dieser Nachricht gegen einen solchen Uebelstand den Perkins'schen sehr hohen Druck empfiehlt, um das Wasser mit den Röhren in Berührung zu erhalten, so hat er nur in so ferne Recht, als hoher Druck, wie ich oben erwähnt habe, das Trockenkochen durch bedeutende Verminderung des Volumens der entwickelten Dämpfe verhütet, verfällt aber in den Fehler einer kurzsichtigen Nachbeterei, wenn er Herrn Perkins' unhaltbaren Hypothese als Erklärungsgrund einer solchen Erscheinung huldigt. Wie wenig Gehalt diese Hypothese habe, ist von mir in Dingler's polytechn. Journale, Bd. XXVIII. S. 355 (in der Note), genügend gezeigt worden.

Nach Gurney mögte noch Gillman mit seinem Röhrenkessel die meiste Berücksichtigung verdienen [1]). Dieser Röhrenkessel arbeitet mit horizontalliegenden halbgefüllten Röhren, die in mehreren Reihen so enggeschichtet neben einander liegen, daß Feuerzüge durch sie gebildet werden, in denen die Hitze eine nach und nach absteigende Richtung nimmt. Der Wasserüberfluß der einen Röhrenlage wird durch Verbindungsröhren der nächstfolgenden zugeführt, und ganz oben liegen mehrere Recipienten von größerm Durchmesser, die die entwickelten Dämpfe sammeln, ebenfalls halb mit Wasser gefüllt sind, und unter denen der Feuerheerd angebracht ist. Dieser Kessel hat die Mängel der Kessel mit halbgefüllten Röhren, und des oben schon getadelten Speisungsprincips, sonst aber viele vorzügliche Eigenschaften, nämlich die der durchaus in allen seinen Theilen durchgeführten cylindrischen Form, so wie des Einführens des Speisewassers in die unterste Partie des Kessels, wodurch diese auf einer kältern Temperatur erhalten wird, und so die, in den untersten Zug absteigende, letzte Hitze vollkommener verwendet. Daß die Röhren quer über dem Strome der Hitze liegen, scheint mir, in Bezug auf eine vollkommnere Berührung der in den Zug hineinragenden untern Oberfläche der Röhren von der

1) Repertory of Patent inventions, Decemb. 1825, pag. 369. — Dingler's polyt. Journ. B. XIX. S. 352.

Digitized by Google

Flamme, nicht vortheilhaft zu sein. Schwerlich dürfte die Hitze nämlich in die zwischen den Röhren liegenden Vertiefungen mit gehöriger Intensität eindringen. — Gillmann's Kessel scheinen leider wenig versucht zu sein, und daher fehlen alle Erfahrungen über ihre Wirkung. Nie habe ich in London etwas von diesen Kesseln vernommen, obgleich sie Gillmann vor meinem Aufenthalte in London bereits vorgeschlagen hatte.

Die meisten der übrigen, früher oder später vorgeschlagenen Röhrenkessel haben senkrecht stehende Röhren, deren Unvollkommenheit ich oben schon gerügt habe. Zu diesen gehören der vom Oberbergrath Henschel in Cassel [1]), der von Eve [2]) und Clark [3]), und ein großer Theil der für die Chausseedampfwagen bestimmten und in's Publikum gekommenen, als der von Ogle und Summers [4]), der von Mazerone und Squire [5]) und Dance [6]). Sie laboriren größtentheils auch an unsichern, zu voluminösen oder gar zu kleinen Separatoren oder Recipienten, wie man sich leicht überzeugen wird, wenn man die Abbildungen derselben gehörig prüft. Eine Menge Röhrenkessel, als dem Hauptzwecke der Röhrenkessel, Verminderung der Gefahr, wenig entsprechend, oder unvortheilhaft und unzweckmäßig angeordnet, übergehe ich ganz. Man findet darüber Nachricht in den in der Note angegebenen Stellen [7]).

1) Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1819, Stück 4.

2) Repertory of Patent inventions. Aug. 1826. p. 70. Dingler's polyt. Journ. B. XXII. S. 17.

3) London Journal of arts, N. 32. pag. 57. Dingler's polyt. J. B. XII. S. 300.

4) Repertory of Patent inventions, Aug. 1831, pag. 65. Dingler's polyt. Journ. B. XLII. S. 313.

5) Mechanic's Magazine N. 596, p. 242. Dingler's pol. Journ. B. LVI. S. 161.

6) London Journal of arts, Febr. 1825, pag. 323. Dingler's pol. Journ. B. LVI. S. 82.

7) Vid. Thomson und Burr sich drehende Röhrenkessel im Repertory of Patent invent. Febr. 1826, pag. 106. Dingler's polyt. Journ. B. XX. S. 122.

Kessel von Moore im London Journal of arts, N. 62, pag. 19 u. in Dingler's polyt. J. B. S. XX. 335.

Digitized by Google

Eine rühmliche Ausnahme von denselben mögte der von Seguier machen [1]), dessen ich oben schon erwähnt habe. Ueber die neuern Kessel von Busk und Keen habe ich keine ausführliche Nachrichten, noch viel weniger eine deutliche und umfassende Beschreibung erhalten können. Sie scheinen mir indessen große Aehnlichkeit mit denen von Seguier zu haben.

Den Röhrenkesseln schließen sich hinsichtlich ihrer Gefahrlosigkeit die von Walter Hancock empfohlenen, und auf seinen Dampfwagen für Chausseen vorzüglich in Anwendung gebrachten Dampfkammern an. Sie bestehen aus viereckigen Platten, die an den Rändern in der Art zusammengenietet sind, daß Räume von 1½ bis 2 Zoll zwischen ihnen bleiben. Diese Räume sind bis auf ohngefähr ⅔ mit dem zu verdampfenden Wasser gefüllt. Das Ausbauchen der Wände der Platten ist durch Buckel verhütet, die an deren Wänden in ungefähren Entfernungen von 4 Zoll ausgetrieben sind, und sich gegen die der nächsten Platte stützen. Es sind nämlich mehrere Reihen solcher Kammern durch Riegel und Bolzen vereinigt, die stark genug sind, dem höchsten Drucke zu widerstehen. Dampf- und Wasserräume werden durch Oeffnungen verbunden, die sich in den Wandungen der Kammern befinden, und durch Ringe eingeschlossen werden, welche in den Kammern und zwischen den Kammern angebracht, und von denen die in den Kammern liegenden mit Oeffnungen zum Durchlassen des Wassers

---

Kessel von Bernet und Gaubin (wasserleerer mit Einspritzung) in den Annales de Chimie, Fev. 1827, pag. 187. Dingler's pol. Journ. B. XXIV. S. 370.

Kessel von James im London Journ. of arts, N. 75. pag. 290. u. in Dingler's pol. Journ. B. XXIV. S. 387.

Kessel von Teissier im London Journ. of arts, Jul. 1827, p. 247. Dingler's polyt. Journ. B. XXVI. S. 194.

Kessel von Costigin im Repertory of Pat. inv. Dec. 1827. und in Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 401.

Kessel von Neville im Lond. Journ. Febr. 1828, pag. 294. und in Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 250.

1) Bulletin de la société d'Encourag. 1831, Aout pag. 410. — Dingler's polyt. Journ. B. XLII. S. 314.

Digitized by Google

und Dampfes versehen sind. Starke Bolzen, die durch die Mitte aller Oeffnungen der Kammern gehn, halten Kammern und Ringe in fester und dampf- und wasserdichter Verbindung mit einander [1]).

Herr W. Hancock behauptet, daß das Wasser in diesen Kammern keinen so starken Wallungen ausgesetzt sei, als in Röhren, und ordnet ihnen deshalb auch keine Separatoren oder Recipienten bei. Schwer ist indessen einzusehen, wie er bei der nur theilweisen Füllung der Kammern mit Wasser vor dessen beginnenden Sieden und Aufwallen die obern wasserleeren Partieen derselben vor einer zu starken und schädlichen Einwirkung des Feuers schützen, wie er überhaupt den Grad des Feuers mit der Füllung der Kammern immer in einem zweckmäßigen Verhältnisse erhalten will, so daß weder die obern Partieen zu sehr entblößt werden, noch Wasser in die Maschine überkocht. Die im Dingler'schen Journale enthaltene Nachricht, daß Herr Hancock seine Kammern nach einigem Gebrauche umkehrt, und so ihren Dampfraum zum Wasserraum macht, giebt einen wichtigen Fingerzeig hinsichtlich meiner Befürchtungen. Ein Hauptfehler, dem dieser Kessel unterliegt, ist aber der, daß er nicht gereinigt werden kann, indem die Kammern gar nicht zu öffnen sind. Dieser Vorwurf trifft überhaupt die meisten derjenigen neuern Kessel, die, in Menge und von sehr verschiedener Form, zum Zwecke des Betriebs der neuern Dampfwagen auf Chausseen, vorzüglich in England, empfohlen

---

1) Eine genaue Beschreibung und Abbildung dieser Kessel ist vorhanden in London Journal of arts etc. Dec. 1830, in Dingler's pol. Journ. B. XL. S. 321 und in Walter Hancock's eigenem Werke, betitelt: Narrative of 12 years experiments (1824—1836) demonstrative of the practicability and advantage of imploying steam carriages on common roads. — Einen ähnlichen Kessel als Zugabe zu einem gewöhnlichen hat in neuster Zeit Brunton empfohlen (London Journ. Jan. 1837, pag. 212 — Dingler's polyt. Journ. B. LXIV. S. 170), der wegen der Einrichtung, wie eine regelmäßige Circulation des Wassers in ihm vermittelt wird, beachtenswerth erscheint. Ich versuchte einen Kessel von dieser Form schon im Jahre 1817, jedoch hatte ich demselben Separatoren beigesellt, was Hr. Hancock nicht thut.

Digitized by Google

und angewandt sind. Es wird jedem Kenner einleuchten, daß der größte Theil derselben dieserwegen schon den Keim seines baldigen Unterganges in sich trage [1]).

Diesem sehr wichtigen Erfordernisse ist überhaupt sehr schwer bei Röhrenkesseln, und überhaupt denjenigen Kesseln, genügt, an welchen eine große Feuerberührungsfläche in einen sehr engen Raum zusammengedrängt werden muß, indem es oft unmöglich wird, sie in dem Maaße zu öffnen, daß man zweckmäßig zu ihrer innern Oberfläche gelangen kann. Man hat bei solchen Kesseln vielfältig ein Reinigen durch chemische Mittel vorgeschlagen. Dieser Vorschlag wurde anfangs wegen der großen Befriedigung, die er zu gewähren schien, mit großem Enthusiasmus aufgenommen. Man hat sich aber sehr getäuscht. Auch ich habe die Erfahrung machen müssen, daß ein solches Reinigen durch chemische Mittel nicht allein theuer, sondern auch durchaus unzuverlässig sei, vorzüglich dann, wenn es mit der viel empfohlenen Salzsäure geschieht. Ich fand bei Anwendung dieses Mittels den Kesselstein auf der Oberfläche wohl etwas erweicht, aber nie ganz aufgelöset, ich mußte ihn vielmehr dann noch immer abschaben und herausnehmen lassen. Wollte man die verdünnte Salzsäure tief einwirken lassen, so würde man Gefahr laufen, auch das Metall des Kessels der-

---

1) Wenn ich solche Kessel sehe, so wundere ich mich immer über die Leichtfertigkeit der Erfinder, die in ihren Anordnungen offenbar zeigen, daß sie die Haupterfordernisse und Schwierigkeiten beim Bau solcher Kessel entweder gar nicht kennen, oder doch unbegreiflicher Weise für eine Kleinigkeit achten, daß sie weder Fähigkeit, noch Erfahrung besitzen, den schwierigen Weg der Erfindung solcher Apparate zu betreten. Sie scheinen zu glauben, daß ein zweckmäßiger, leichter und bequemer und viele Dämpfe entwickelnder Kessel dieser Art schon fertig sei, wenn nur eine große Feuerberührungsfläche gewonnen ist, alle übrigen Dinge seien Nebensachen und von keinem Gewicht. Sie sprechen in ihren Beschreibungen nicht einmal davon, halten es für völlig unnütz, der Sache nur Erwähnung zu thun. Auf solche Weise hat freilich die Chausseedampfwagen-Angelegenheit nicht viel gefördert werden können. (Man vergleiche hier die oben genannten Chausseedampfwagenkessel, so wird man an den meisten derselben diese meine Anklagen gerechtfertigt finden.)

Digitized by Google

ſelben auszuſetzen und es aufzulöſen, vorzüglich an den Stellen, wo kein Keſſelſtein vorhanden iſt. Dieſe Gefahr würde bei Eiſen, welches von der Salzſäure vorzugsweiſe angegriffen wird, am größten ſein. Herr Gurney [1]) brachte meines Wiſſens zuerſt dieſe Reinigungsmethode bei ſeinen Röhrenkeſſeln in Anregung, ich habe aber in London nicht erfahren, daß ſie von Erfolg geweſen wäre. Da er ſpäter ſeine Keſſel ſo einrichtete, daß man zum Innern der Röhren gelangen konnte, ſo iſt zu vermuthen, daß auch er dieſe Art der Reinigung nicht genügend fand. Der Umſtand, daß der Keſſelſtein nicht aus kohlenſaurer Kalkerde allein, ſondern in den meiſten Fällen noch aus manchen andern Beſtandtheilen, Salzen und Erden, namentlich aus Gyps beſteht, die der Einwirkung der Salzſäure widerſtehn, macht dies um ſo wahrſcheinlicher.

Von wenig glücklicherm Erfolge ſcheinen die Bemühungen derjenigen Dampfmaſchinen-Verbeſſerer geweſen zu ſein, und noch immer zu bleiben, die eine nothwendige Reinigung der Entwicklungsapparate dadurch ganz vermeiden wollen, daß ſie durch gewiſſe Mittel und Vorkehrungen, theils chemiſcher, theils mechaniſcher Art, die Ablagerung und das feſte Anſetzen des Keſſelſteins an die innern Wände der Keſſel überhaupt zu verhüten ſuchen. Betrachtet man dieſe Mittel und Vorkehrungen alle nach der Reihe, ſo muß man ſich mit Recht über die Verſchiedenartigkeit derſelben verwundern.

Einer der älteſten Vorſchläge zu dieſem Zwecke iſt, Kartoffeln in den Keſſel zu thun. Ueber die Quantität derſelben, nach Verhältniß des Waſſergehaltes des Keſſels, ſind die Anſichten ſehr verſchieden [2]). Man erklärt ſich ihre Wirkung dadurch, daß man ſie durch das ſiedende Waſſer in einen ſchleimigen Brei verwandeln läßt, der die aus dem Waſſer nieder-

1) London Journ. of arts, April 1827, pag. 77. — Dingler's polyt. Journ. B. XXV. S. 27.

2) Nach Payen wirft man in England $\frac{1}{150}$ des Waſſergewichts davon in den Keſſel. (Journal de pharmacie, Année 8, N. 10, pag. 471. Dingler's polyt. Journ. B. X. S. 254.

Digitized by Google

geschlagenen Bestandtheile, die ihm größtentheils in sehr fein zertheilter Gestalt mechanisch anhängen, schwebend erhält, wie die Auflösung des Gummi Arabici das niedergeschlagene Eisen in der Tinte, und nimmt an, daß diese Bestandtheile bei öfterm Abzapfen des Wassers (dies ist unerläßliche Bedingung) mit dem Kartoffelschleim abgeführt werden. Ich habe Kartoffeln 8 Jahre lang bei meinen Maschinen unter meiner speciellen Aufsicht, und zwar in allen nur denkbaren Verhältnissen, bald geschält, bald ungeschält, bald vorher schon in Brei verwandelt, bald frisch und unzertheilt, angewandt, bin aber immer darüber in Zweifel geblieben, ob sie wirklich Hülfe schaffen oder nicht. Vielfältig habe ich trotz ihrer Anwendung den Kesselstein eben so im Kessel angehäuft gefunden, als beim Weglassen derselben, ja häufig hatte er sich fester in ersterem Falle an die Wände angelegt, als in letzterm, und das sogar in den Verbindungsröhren zwischen den untern und obern Röhren, deren Wände doch senkrecht stehen und in welchen das Wasser immer in sehr heftiger Bewegung ist. So viel ist gewiß, daß die Anwendung der Kartoffeln, wo man gutes reines und weiches See-, Fluß- oder Bachwasser hat, keinen Nutzen gewähre, ja eher schädlich als nützlich sei, indem bei derselben das Wasser des Kessels schleimig und zum Abschäumen und und Ueberkochen in die Maschine, deren Hanfliederungen dadurch hart und steif und unelastisch gemacht werden, geneigt wird, nicht zu gedenken, daß enge Räume in den Kesseln durch den Kartoffelschleim sich verschlemmen und verstopfen, vorzüglich wenn die Kartoffeln ungeschält angewandt werden, in welchem Falle ihre äußere Schale sich nicht gut auflöset, sondern in Stücken im Kessel herumschwimmt. Bei ganz neuen genieteten Kesseln gewährt die Anwendung der Kartoffeln in so ferne Nutzen, als bei derselben, wie ich schon oben bemerkt habe, die Nietungen eher dicht werden, indem das aus den undichten Stellen derselben hervordringende Wasser in die Fugen Kartoffelsubstanz hineindrängt, die durch die Hitze sich nach und nach darin verdickt, und so den dichten Schluß derselben bewirkt. Wo man sehr hartes oder saures Wasser als Speise-

Digitized by Google

wasser gebrauchen muß, ist die Anwendung der Kartoffeln gewiß von Nutzen, indem ihr Schleim, wenn er auch die erdigen und salzigen Bestandtheile des Wassers sich niederzuschlagen nicht ganz verhindert, doch die Wirkung nachtheiliger chemischer Schädlichkeiten im Wasser mildert und abstumpft. Hat man, auf bessere Erfahrungen als auf die meinigen gestützt, Vertrauen zu der Wirkung der Kartoffeln, dann thut man vielleicht besser, sie geschält als ungeschält anzuwenden. Merkwürdig sind die vielen glaubhaften Zeugnisse [1]) für die großen Vortheile ihrer Anwendung. Ich für mein Theil habe mir jedoch bei ihrer Lesung immer nicht verhehlen können, daß manches darin wohl übertrieben sei. Dies gilt vorzüglich von der Behauptung, daß die Kartoffeln den schon im Kessel befindlichen, und fest an den Wänden hängenden Kesselstein noch wieder auflösen. Ich habe so etwas nie erfahren, so viel Beobachtungen und Versuche auch von mir darüber angestellt sind, und so sehr viel Mühe ich mir gab, hier zu einem befriedigenden Resultate zu gelangen. Kurze, nicht anhaltend fortgesetzte Versuche täuschen leicht, man lege kein zu großes Gewicht darauf. Anfangs schrieb ich das Lockerbleiben des Kesselsteins, welches ich bei meinen Kesseln bemerkte, der Wirkung der Kartoffeln zu, fand aber später zu meiner großen Freude, daß auch ohne ihre Anwendung ein festes Ansetzen desselben an die Wände des Kessels unterblieb, und jetzt kommen keine Kartoffeln mehr in meine Kessel, vorzüglich dann, wenn ich weiches Speisewasser haben kann.

Zu den fernern Mitteln, die man in neuern Zeiten versucht hat, den Niederschlag des Kesselsteins zu verhüten, gehört auch noch das Kohlenpulver. Es ist von Ferrari [2]) zuerst empfohlen, indessen liegen noch wenige Versuche und Beobachtungen über seine Vortheile vor. Müßte es öfters erneuert

---

1) Verhandlungen des Gewerbe-Vereins in Preußen, 2ter Jahrgang, Seite 218.

2) Giornale di Farmacia-Chimica et Science accessorio, Milano 1828, N. 10, pag. 252. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXI. S. 266.

Digitized by Google

werden, so dürften durch seine Anwendung mehr Kosten erwachsen, als durch die Kartoffeln. Wie es wirke, ob chemisch oder mechanisch, ist noch problematisch, vielleicht mehr mechanisch, indem es als lockerer Körper zwischen die sich niederschlagenden Bestandtheile tritt, und eine feste Vereinigung zwischen denselben und dem Kessel verhindert.

Auf gleiche Weise wirkt vielleicht auch der Thon, der in neuster Zeit zuerst von Chaix[1]) angewandt ist, und über dessen Nutzen sich manche Nachrichten sehr zufriedenstellend aussprechen. Die Frage: ob derselbe beim Sieden des Wassers mit den Dämpfen mechanisch in die Maschine mit fortgerissen werden könne, wie Herr Regierungssecretair Aldefeld in Aachen[2]) gefunden haben will, wage ich nicht zu beantworten. Mir liegen über seine Anwendung keine Erfahrungen vor, doch muß ich gestehen, daß ich gegen seine gute Wirkung aus dem Grunde immer große Zweifel gehegt habe, als ich nicht recht begreifen kann, wie ein erdigter Bestandtheil das feste Ansetzen eines andern verhüten könne.

Noch ein neueres, vom Lieutenant Kennedy und Herrn John, Mechaniker auf dem englischen Kriegs-Dampfbote Spit Fire, zuerst angewandtes Mittel, zu dem ich mehr Vertrauen als zum Thone habe, ist das Ausstreichen der Kessel mit Graphit, der mit Talg zu einer Salbe zusammengerieben ist[3]). Ein solcher Anstrich macht die innern Kessel-

---

1) Bulletin de la société d'encourag. p. l'Industr. nat. Avril 1837, pag. 142. — Dingler's polyt. Journ. B. LXIV. S. 329. Eine genauere Angabe des Verfahrens bei der Anwendung des Thons vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXXII. S. 73. Einen günstigen Bericht über die Vortheile seiner Anwendung vid. Bulletin de la soc. d'encour. etc. Janv. 1839. — Dingler's polyt. Journ. B. LXXIII. S. 73. — Im Journal für Industrie, Handel und Schifffahrt N. 37. 1840. S. 142 wird nachgewiesen, daß er nur im gereinigten Zustande die gerühmten Vortheile gewähre.

2) Dingler's polyt. Journ. B. LXIX. S. 321.

3) Dingler's polyt. Journ. B. LXIX. S. 394, B. LXXIII. S. 234. Nach der daselbst gegebenen Vorschrift soll man 3 Pfund Graphit mit 18 Pfund Talg vermischen, und diese Mischung nach gehöriger Reinigung der vom Feuer bestrichenen Wände der Kessel auf diese einreiben.

Digitized by Google

wände glatt und schlüpfrig, so daß der Niederschlag nicht recht Angriffspunkte findet, oder sich doch leicht wieder von den Wänden löset, wenn er sich niedergeschlagen hat. Letzterer Umstand ist durch die neusten Erfahrungen bestätigt [1]). Schon gewöhnliches Fett, auf die Wände eines Kessels aufgetragen, schützt ihn gegen Niederschläge [2]), wie man dies häufig in denen Kesseln zu beobachten Gelegenheit hat, in welche das Wasser zurückgeführt wird, was in den Condensatoren ohne Einspritzung, z. B. denen des Herrn Freund und des Herrn Hall in England sich sammelt, und mit der Schmiere des Cylinders vermengt ist. Gewöhnlich bilden die Niederschläge, mit dem Fett verbunden, kleine Brocken und rundliche Ballen, die an den Wänden wenig anhängen, und aus dem Kessel sehr leicht entfernt werden können [3]).

Noch ein anderes Mittel sind kleine Metallkörner oder Kügelchen [4]), auch dünne Blechschnipselchen, die man auf dem Boden der Kessel in einer kleinen Schicht anhäuft. Diese Körper scheinen durch die fortwährende Bewegung, worin das wallende Wasser des Kessels sie erhält, die Ablagerung des Kesselsteins mechanisch zu verhindern, bei aufhörendem Sieden aber ein Stratum über dem Boden des Kessels zu bilden, welches den Niederschlag aufnimmt, und bei dem wieder beginnenden Sieden ihn, noch bevor er sich festgesetzt hat, durch die sich erneuernde Bewegung zwischen den einzelnen Körperchen wieder zertheilt und zerstückelt, ihm, so zu sagen, nie Ruhe läßt, seine

---

1) Dingler's polyt. Journ. B. LXXIV. S. 313. — Journal für Handel, Industrie und Schifffahrt, Jahrg. 3, das polytechn. Beiblatt dazu Seite 12.

2) Nach dem Mechan. Magazine, N. 160, 16. Septemb. pag. 306. Dingler's polyt. Journ. B. XXII. S. 170. soll sich kein Bodensatz in Kesseln bilden, worin fette Speisen gekocht worden sind.

3) Hr. Freund theilte mir einmal mündlich während meiner Anwesenheit in Berlin diese Erfahrung mit.

4) Johnson empfiehlt Glasstücken, Scherben, zerschlagene Flintensteine, Kiesel (vid. London Journ. of arts, Mai 1839. — Dingler's polyt. Journ. B. LXXI. S. 86).

Digitized by Google

völlige Ablagerung zu bewerkſtelligen, und ſich in der angenommenen Lage zu befeſtigen. Herr Maſchinenfabrikant Borſig in Berlin hatte die Güte, mir vor 2 Jahren, als ich ſeine Werkſtätte beſuchte, mündlich ſehr intereſſante Erfahrungen über die Anwendung dieſes Mittels, den Bodenſatz in den Dampfkeſſeln zu verhüten, mitzutheilen. Er hielt es für eins der beſten aller bisher empfohlenen Mittel.

Vielfältig hat man auch verſucht, den Keſſelſtein bei ſeinem Niederſinken, durch Tröge, Platten, Dächer und Schalen [1]) aufzufangen, die man im Keſſel anbringt, und die der Form der Keſſel gemäß eingerichtet werden. Auf eine beſondere Anordnung ſolcher Schalen erhielten die Engländer Alex. Haliburton unter dem 18. Februar 1818 [2]) und Ant. Scott unterm 4. Auguſt 1827 [3]) ein Patent. Auch Bake ſchlug Schalen vor, nachdem er ihren Nutzen an den Dampfkeſſeln einiger Dampfmaſchinen mit niederm Drucke in der Geſchützgießerei in Lüttig erprobt hatte [4]).

In neuſter Zeit hat ein Herr Aug. Will. Johnſon [5]) in England ein Patent genommen auf die Anwendung von vegetabiliſchen Extracten oder Stoffen, welche man in das zur Speiſung der Keſſel beſtimmte Waſſer giebt, und wodurch alle die erdigen Theilchen, welche im Waſſer ſchweben, und bei der Einwirkung der Hitze aus demſelben präcipitirt werden, in Folge einer chemiſchen Einwirkung ſchwebend erhalten, und mit einer dünnen Schichte umhüllt werden ſollen. Hiedurch ſoll nicht nur das Aneinanderkleben dieſer Theilchen, ſondern auch das Anſetzen derſelben an die Wände verhütet werden. Den Vorzug ſollen Blauholzextract, Gerberlohe und Fette aller Art im

---

1) Dingler's polytechn. Journal B. XXIX. S. 308.

2) Repertory of arts, manufactures, agriculture etc. N. CCXXXIX, Apr. 1822, pag. 263. — Dingler's pol. Journ. B. VII. S. 451.

3) London Journ. of arts, Octob. 1828, p. 23. — Dingler's pol. Journ. B. XXX. S. 336.

4) Dingler's pol. Journ. B. LXVIII. S. 73.

5) London Journ. of arts, Mai 1839, pag. 110. — Dingler's pol. Journ. B. LXXIII. S. 86.

Digitized by Google

frischen, trocknen oder verwesten Zustande, verweste und verfaulte vegetabilische Stoffe, z. B. Torf [1]), Dünger, abgefallene Blätter und dergleichen Substanzen haben [2]).

Selten indessen bedarf man bei den Kesseln der Maschinen mit höherm Drucke aller solcher Mittel. Ist das zum Speisewasser verwendete Wasser nicht sehr hart, so findet man selten festen Bodensatz in diesen Kesseln. Die erdigen Concremente häufen sich vielmehr in lockern Lagen auf dem Boden, oder gegen die Enden der Kesselröhren hin an. Die Lagen bestehn aus einer Art grandigen Masse mit kleinern und größern Stücken untermengt, und können sehr leicht mit einem Krätzer

---

1) Ich mußte in Klein Wehnendorf die Kessel meiner Dampfmaschinen die meiste Zeit mit braunem Moorwasser speisen, und habe wirklich sehr wenig Kesselstein bei Anwendung dieses Wassers im Kessel bemerkt. Dasselbe war der Fall, als ich einmal genöthigt war, ein stark mit Mistjauche geschwängertes Wasser anzuwenden.

2) In der jüngsten Zeit hat Flesselle den Vorschlag gemacht, das Speisewasser für den Kessel, um den Absatz und Niederschlag des Kesselsteins in denselben zu verhüten, mit solchen Salzen zu vermischen, deren Säuren mit dem Kalke leicht lösliche Verbindungen eingehen. Ein Salz der Art ist nach seiner Meinung das Kochsalz, welches durch Zersetzung der Kalksalze einerseits kohlensaures und schwefelsaures Natrum, anderseits salzsauren Kalk, das zerfließlichste Salz, bilden würde (Echo du monde savant, N. 560, Dingler's polyt. Journ. B. LXXVII. S. 315).

Kuhlmann (France industrielle 1841. N. 10. Dingler's polytechn. Journ. B. LXXX. S. 377) bedient sich der kohlensauren Alcalien zu demselben Zwecke. Diese thun nach ihm da die beste Wirkung, wo kohlensaurer Kalk vorzugsweise den Niederschlag bildet. Bei schwefelsaurem Kalke soll eine größere Quantität davon genommen werden, als bei kohlensaurem Kalke. Der letztere soll sich nach der Anwendung dieses Mittels in einem äußerst fein zertheilten Zustande befinden, er soll im mindesten nicht adhäriren, es soll sogar die Adhäsion der alten Krusten wieder aufgehoben werden. Um dieses Resultat bei einem mit vielem kohlensauren Kalke beladenen Wasser zu erhalten, hat Kuhlmann 100 bis 150 Gramme einer Soda von 80 Alcoholimetergraden per Pferdeskraft während einmonatlicher Thätigkeit des Kessels angewandt. Zur Zersetzung der schwefelsauren Kalkerde hat er eine beträchtlich größere Quantität für nöthig befunden. Bei Seewasser hält er die mechanischen Mittel zweckmäßiger als Kartoffeln, Thon, Kohlenpulver, Blechschnipsel, Glasscherben ꝛc.

Digitized by Google

aus dem Kessel herausgenommen werden. Da sie bei ihrer Beweglichkeit im Durchgange durch engere Röhren diese leicht verlegen und verstopfen, so muß man auf solche Röhren immer eine besondere Aufmerksamkeit verwenden. Dieses gilt namentlich von denjenigen meines später beschriebenen ersten Kessels, die die untern großen Kesselröhren mit einander in Verbindung setzen. Ich habe sie deshalb so eingerichtet, daß man sie leicht abschrauben und zu ihrem Innern kommen kann, um sie dann und wann zu reinigen. Will man auch die Bildung und das Ablagern dieses lockern Kesselsteins mehr verhüten, so empfehle ich während des Betriebs des Kessels bei hohem Wasserstande öfters einen halben Eimer voll Wasser abzulassen. Diese Maaßregel hat den doppelten Vortheil, daß theils eine große Menge des sich bildenden Niederschlages mit dem abströmenden Wasser zugleich herausgeworfen, und aus dem Kessel entfernt wird, theils daß das Wasser des Kessels weniger den Sättigungspunkt erreicht, in welchem die Niederschläge sich zu bilden beginnen [1]). Wo man mit schlammigem oder moorigem Wasser, oder mit Salz- oder Meerwasser arbeitet, ist dieses öftere Ablassen von Wasser oder Ausblasen (wie man es gewöhnlich nennt) unumgänglich nothwendig. Da das Speisewasser bei meinen Kesseln der unten zuerst beschriebenen Art gewöhnlich in seine untern Siedröhren zuerst gelangt, so lagert sich in diesen auch vorzugsweise

1) Dieser Punkt hat vorzüglich bei Anwendung von Seewasser auf Dampfschiffen Gewicht. Die Herren Maudslay und Fields in London schlagen vor, einen Theil (20 bis 30 Procent) des Seewassers aus dem Kessel fortwährend und regelmäßig durch eine eigene Abzugspumpe wieder herauszufördern (vid. London Journal of arts, Nov. 1825, pag. 247. — Dingler's polyt. Journal B. XIX. S. 134). Dies dürfte aber nicht nöthig sein, wenn man bei dem Abzapfen nach bestimmten Regeln verfährt. Eine gewöhnliche Pumpe würde auch nicht einmal zum Abziehen gebraucht werden können, da, wenn ihr Saugrohr mit dem Kessel verbunden würde, bei der dann Statt findenden Stellung der Ventile, das Wasser schon während eines geringen Drucks im Kessel einen fortwährend ungehinderten Abzug durch die Pumpe fände. Als Abzugspumpe müßte also eine Pumpe von ganz besonderer Construction gewählt werden, deren zweckmäßige Einrichtung manchen Schwierigkeiten unterliegen dürfte.

Digitized by Google

aller Schlamm, alle Modde, alle Mist- oder Torfjauche und alles Salz ab, wird daher auch, da das Ausblasen aus den untern Siedröhren Statt findet, hier am schnellsten abgeführt. Dasselbe gilt von dem Ausblasen aus den (von mir sogenannten) Herzen der zweiten Gattung meiner Kessel, indem diese Herzen als diejenigen Behälter dieser Kessel angesehn werden können, in welchen alle Siedröhren die sich in ihnen niederschlagenden und verdickenden Substanzen absetzen.

Obgleich die Größe der Dampfentwicklung eines Dampfkessels durch die Ausdehnung jener Fläche hauptsächlich bestimmt wird, durch die dem Wasser desselben die Hitze des Feuers mitgetheilt wird, also von der Größe seiner Feuerberührungsfläche, und deshalb ein Kessel mit kleinem Wasservorrathe eben so viel Dampf zu entwickeln vermag, als ein anderer mit einem sehr großen Wasservolumen, wenn jene Fläche in beiden von gleichen Dimensionen ist: so irrt man doch sehr, wenn man, wie viele neuere englische Verbesserer gethan haben, diesen Wasservorrath übermäßig zu vermindern, für zweckmäßig und vortheilhaft erachtet. Zwar gewährt ein geringer Wassergehalt bei großer Feuerberührungsfläche den großen Vortheil, daß beim Anfeuern unter dem Kessel dieser sehr bald in's Sieden kommt, und schnell Dämpfe von gehöriger Spannung entwickelt, folglich, um in Thätigkeit gesetzt zu werden, einer geringen Zeit und wenigen Brennmaterials bedarf, ein zu geringer Wasservorrath macht den Kessel hinsichtlich seiner Leistungen aber zu veränderlich und zu sehr abhängig von der verschiedenen Intensität des Feuers, setzt also eine sehr genaue und aufmerksame Bedienung desselben voraus. Ich will mich hier näher erklären.

Soll ein Kessel in Thätigkeit gesetzt werden, so wird vom untergelegten Feuer zuerst das Wasser in ihm nach und nach auf den Siedepunkt erhoben, und fängt dann an, Dämpfe von atmosphärischer Pressung zu entwickeln. Ein fortgesetztes Feuern hat zur Folge, daß die Dämpfe, die nicht entweichen können, sich immer mehr im Dampfraume anhäufen, und einen immer größern Druck und eine steigende Dichtigkeit und Temperatur annehmen. Damit dabei der Verdampfungsproceß fortgesetzt

Digitized by Google

werden könne, muß die Temperatur des Waſſers im Keſſel in einem, der größern Dichtigkeit der Dämpfe entſprechenden, Verhältniſſe wachſen, d. h. es muß die Temperatur der Dämpfe ſelbſt annehmen. Ohne dieſe würde die Dampfentwicklung aufhören, und keine höhere Spannung erzielt werden können. Ganz auf gleiche Weiſe verhält ſich die Sache bei abnehmender Spannung und Temperatur der Dämpfe. Früher habe ich ſchon gezeigt, wie bei Verminderung des Druckes auf's Waſſer im Keſſel dieſes aus ſich ſelbſt Dämpfe entwickeln könne, indem es ſeine freie Wärme zur Dampfbildung verwendet. Ein ſolcher Vorgang hat aber grade bei dem Sinken der Dampfſpannung im Keſſel, entweder durch eine zu große Dampfverwendung in der Maſchine oder eine geringere Feurung veranlaßt, Statt. Bei ſinkender Dampfſpannung vermindert ſich nämlich der Druck auf's Waſſer. Da dieſes keine Temperaturverminderung erfuhr, ſetzt es nicht allein die durch's Brennmaterial veranlaßte Dampfentwicklung fort, ſondern verwendet auch noch einen Theil ſeiner freien Wärme dazu, ſich hinſichtlich der Temperatur mit den Dämpfen wieder in's Gleichgewicht zu ſetzen. Dieſe letztere Dampfentwicklung iſt um ſo ſtärker und hält um ſo länger vor, je größer das Waſſerquantum im Keſſel iſt. Sie gewährt einen Schutz gegen zu ſchnelles Sinken des Dampfdrucks bei verminderter Feurung, und mildert ſeine Abhängigkeit von dem jedesmaligen Zuſtande derſelben. Auf der andern Seite verhüten aber dieſelben Umſtände ein zu ſchnelles Steigen der Dampfſpannung bei plötzlich zunehmender Stärke des Feuers, indem ſich nicht Dämpfe von höhern Druckgraden wieder entwickeln können, bevor nicht die ganze Waſſermaſſe auf eine verhältnißmäßige, dieſen Druckgraden entſprechende, Temperatur gebracht iſt, auf ſolche ſteigt ſie aber um ſo weniger jählings, je größer ſie iſt. Keſſel mit größern Waſſervorräthen wirken aus allen dieſen Gründen äußerſt regelmäßig, ſelbſt bei weniger exacter Feurung, und dies um ſo mehr, je größer ihr Vorrath iſt. Ob uns dies indeſſen beſtimmen dürfe, dieſem Waſſervorrathe das möglichſt größte Volumen zu geben, iſt eine Frage, die ſich vernünftiger Weiſe dahin beantworten

Digitized by Google

dürfte, daß man auch hier, wie in so vielen andern Dingen, die goldene Mittelstraße zu halten habe. Dazu fordert uns hier aber vorzüglich die nothwendige Rücksicht auf, beim Anheizen des Kessels möglichst wenig unnützes Brennmaterial und wenig Zeit durch Erhitzung einer sehr großen Wassermasse zu verschwenden. Die nöthige Grenze wird hier gewiß besser durch die Erfahrung, als durch weitläufige Rechnungen bestimmt. Es kommt hier meiner Meinung nach vorzüglich darauf an, das Verhältniß zwischen Wasservorrath und Feuerberührungsfläche des Kessels richtig zu bestimmen. In meiner Dampfpraxis habe ich mir, gestützt auf meine Beobachtungen und Versuche, die Regel gestellt, auf jede 8 bis 10 Quadratfuß Feuerberührungsfläche am Kessel wenigstens 1 Kubikfuß Wasser zu nehmen. Dieses Verhältniß ist selbst bei Röhrenkesseln mit Röhren von kleinern Durchmessern zu beobachten, zumal wenn sie mit Separatoren und Recipienten versehen sind. Wie sehr alle neuern Röhrenkessel, vorzüglich die für die neuern Dampfwagen auf Chausseen, gegen diese Regel anstoßen, wird jedem einleuchten, der ihre Construction mit Aufmerksamkeit, Ruhe und Unparteilichkeit prüft.

Eben so wichtig und nothwendig als ein gehöriges Wasserquantum in den Dampfkesseln ist, dürfte ein genügend großer Dampfvorrath in denselben sein. Wie sonderbare und widersprechende Regeln man zum Theil für die Größe dieses Dampfvorrathes aufgestellt hat, wird jedem Dampfmaschinenkundigen bekannt sein. Sich widersprechende Regeln nützen aber nichts, und ich übergehe sie daher als unbrauchbar und unfruchtbar, und halte mich hier wieder an meine eigenen Erfahrungen. Bei meinen vielfältigen Versuchen über diesen Gegenstand hat sich ergeben, daß wiederum Hochdruckmaschinen, vorzüglich diejenigen, die mit Expansion wirken, hier bedeutende Vortheile vor denen mit niederm Drucke darbieten. Bei ihrer Anwendung sind nämlich viel kleinere Cylinderräume mit Dampf zu füllen, und da der nöthige Dampfvorrath eines Kessels, dem kubischen Inhalte nach, immer in einem bestimmten Verhältnisse zu den zu füllenden Cylinderräumen stehen muß, so wird

Digitized by Google

er bei Hochdruckmaschinen immer mehr an Größe abnehmen können, mit je hochdrückendern Dämpfen man arbeitet, und je expansiver man sie benutzt; denn in diesem Falle werden die während einer gewissen Zeit in einem Dampfcylinder zu füllenden Räume im Verhältnisse zum Effecte der Maschine immer mehr an Größe verlieren. Am richtigsten verfährt man nach meiner Erfahrung bei der Bestimmung der richtigen Größenverhältnisse eines Kesseldampfraums, wenn man dabei folgende wichtige Umstände berücksichtigt, und zwar

1) wenn man dahin sieht, daß durch die temporären Dampfausströmungen aus dem Kessel zum Dampfcylinder hin der Druck der Dämpfe im Kessel momentan nicht zu sehr vermindert werde, das Queckſilber im Manometer also die möglichst geringsten Schwankungen zeige. Dies geschieht bei meinen Maschinen unter allen Umständen dann, wenn der kubische Inhalt des Dampfraums sich zum mit Dampf zu füllenden Cylinderraume im Minimo wie 20 zu 1 verhält. Kann man das Verhältniß noch größer, unbeschadet der übrigen Einrichtungen des Kessels, einrichten, so wird man gewiß wohl thun, und sicherlich dürfte eine solche Maaßregel in keinem Falle Schwierigkeiten haben, man mag die Kessel in einer Form bauen, in welcher man will. Bei Vergleichung meiner später beschriebenen Kessel wird man bei allen dies Verhältniß außerordentlich günstig gestellt finden [1]).

2) Eine eben so große Berücksichtigung verdient dabei der Umstand, daß während der momentanen Dampfausströmungen zum Cylinder hin jedesmal bei vermindertem Dampfdrucke im Kessel eine Neigung im Wasser desselben entsteht, stärker aufzuwallen, sich nach den Ausströmungsöffnungen im Kessel hin kegelförmig zu erheben, und theil-

---

1) Watt nahm an, daß der Dampfraum im Kessel wenigstens 8 bis 10 Cylinderfüllungen enthalten müsse (Register of arts and sciences, N. 54, pag. 93, 30. Decemb. 1828 — Dingler's polytechn. Journ. B. XXX. S. 241 seq.

Digitized by Google

weise mit den Dämpfen in den oder die Cylinder überzugehen. Dieser Gefahr wird aber durch Beobachtung des oben angegebenen Verhältnisses ebenfalls vollkommen vorgebeugt, vorzüglich wenn man dahin Sorge trägt, daß der Dampfraum nicht zu niedrig, d. h. die Entfernung des Wasserspiegels von den Dampfausströmungsöffnungen nicht zu gering ist, und daß das Ausströmen der Dämpfe aus dem Kessel an einer Stelle Statt findet, wo am wenigsten Wasserwallung sich äußert, z. B. möglichst entfernt von jenen Oeffnungen, wo einzelne Siederöhren, oder überhaupt ein Siederöhrensystem sich in den Kessel mündet.

Vergleicht man die neuern Dampfkessel, die zum Gebrauche auf Dampfwagen für Eisenbahnen und gewöhnliche Landstraßen empfohlen und patentirt worden sind, und von denen man einen großen Theil in den englischen Zeitschriften und im Dingler'schen polytechnischen Journale beschrieben findet [1]), so wird man bald auf die großen Mißverhältnisse ihrer Dampfräume, sowohl zu den Cylinderräumen, als zu ihrer Dampfentwicklungsfläche geführt werden, wenn man einigermaßen von der Nothwendigkeit und Wichtigkeit gehöriger Verhältnisse für diesen Gegenstand durchdrungen ist. Ich kann nicht leugnen, daß mich die zum Theil in jeder Hinsicht widersinnigen und aller vernünftigen Regeln entbehrenden Anordnungen dieser Kessel, vorzüglich in Absicht auf den hier besprochenen Gegenstand, mit wahrem Erstaunen erfüllt haben, in so ferne als sie nicht allein von der völligen Unkunde ihrer Erfinder mit den nöthigen Forderungen, wonach zweckmäßige Kessel gebaut werden müssen, zeugen, sondern auch eine unverzeihliche Nichtberücksichtigung von Umständen verrathen, die den Erfindern doch bekannt sein mußten, in so ferne als jede gemeine Köchin, die je einen Thee-

1) Vid. Church's Kessel (London Journ. März 1833, pag. 89.) — Gib's und Applegath's Kessel (Repertory of Pat. invent. Mai 1833, pag. 265, Dingler's polyt. Journ. B. XLIX. S. 161 u. 339). — Ferner die schon oben angeführten Röhrenkessel von Ogle und Summers, von Dance, Macerone und Squire, die Dampfkammern von Walter Hancock ꝛc.

Digitized by Google

kessel mit Wasser auf's Feuer gesetzt, und in's Sieden gebracht hat, damit vertraut sein dürfte. Und so erleuchtete Erfinder sind zum Theil die Organe des Publikums, zum Theil von Regierungen! Solcher Unsinn kommt von England, dem Lande des Lichts! — Man lese die Urtheile großer englischer Engineers im Stuart[1]), Partington[2]), die sie vor dem Parlamente über wichtige Gegenstände der Dampfpraxis aussprechen, und man findet den Schlüssel zu diesem allen, steht aber auch erstaunt und weiß nicht, ob man mehr die Effronterie oder die Unkunde, Unwissenschaftlichkeit, Unerfahrenheit und geistige Befangenheit dieser Männer bewundern soll. Ja wahrlich an solchen dargebotenen Blößen können wir Deutschen uns aufrichten, sie müssen uns mit der Nase auf unsre deutsche Gründlichkeit stoßen, und wenn auch durch unsere elende Bewunderungssucht für das Ausland die gesunde Vernunft in uns völlig ihrer Macht beraubt worden wäre.

Es schließt sich hier am besten eine Untersuchung an, wieviel Feuerberührungsfläche einem Hochdruckmaschinenkessel für eine bestimmte Kraftleistung gegeben werden müsse[3]). In kei-

---

1) Stuart descriptive history of the steam engine.

2) Partington historical and descriptive account of the steam engine, Appendix A.

3) Merkwürdig ist es, welchen sonderbaren Rücksichten viele Maschinenbauer bei Bestimmung der nöthigen Leistung ihrer Kessel in Hinsicht auf Dampfproduction folgen, und von welchen Umständen sie dieselbe abhängig wähnen. So ist bei vielen englischen Dampfmaschinenkundigen jetzt noch die Meinung vorherrschend, daß die Dampfproduction eines Kessels zu dem Wassergehalte oder dem Wasserspiegel desselben in einem bestimmten Verhältnisse stehe. Als ich nach England kam, und mit den englischen Engineers verkehrte, war ich nicht wenig erstaunt, zu hören, wie fast kein einziger einen Begriff davon habe, welche Rolle die Feuerberührungsfläche dabei einnehme. Fast täglich mußte ich von ihnen den Einwand gegen meinen Generator hören: er könne keinen Dampf produciren, weil er keinen großen Wasservorrath enthalte. Wenn ich sie auf die große Feuerberührungsfläche desselben aufmerksam machte, so verwunderten sie sich zum Theil, wie ich darauf Gewicht legen könne. Daß ich hier den englischen Engineers nicht Unrecht thue, möge man aus Dingler's polyt. Journ. B. X. S. 205 oben, und aus Bruntons compendium of Mechanics ersehen, wo mit dürren

nem Punkte wird beim Baue der Hochdruckmaschinen mehr gesündigt, als in diesem. Weil die Hochdruckmaschinen selbst ein kleineres Format als die mit niedrigem Drucke haben, weil ihre Cylinder von viel kleinerm Durchmesser als die jener Maschinen sind, so wähnte man vielfältig, auch die Größe ihrer Kessel verhältnißmäßig verringern, und ihnen eine bedeutend kleinere Feuerberührungsfläche geben zu können. Daß dem so sei, beweisen die Kessel der meisten Hochdruckmaschinen, von denen viele für die Pferdeskraft kaum 5 Quadratfuß, oft noch weniger solcher Fläche enthalten. Man vergleiche hier die Taylor- und Martineau'schen Kessel [1]), vorzüglich aber die Kessel auf den ältern Dampfwagen [2]) von Blenkinsop und den Maschinen nach dem Trevithik'schen Princip [3]), die man in allen Lehrbüchern über Dampfmaschinen abgebildet findet, eben so viele der neusten Hochdruckmaschinen in Frankreich und England. Wenn nun gleich gewiß ist, daß Hochdruckmaschinen

---

Worten die Leistungen eines Kessels nach den angegebenen falschen Elementen berechnet werden. Kann man sich bei so bewandten Umständen über die Masse widersinniger Dampfkessel wundern, die in England zu Markte gebracht und patentirt wird? — Auch Armstrong giebt sehr sonderbare Regeln zur Bestimmung der Größe gewöhnlicher Dampfkessel mit und ohne durchlaufende Feuerzüge (vid. dessen essai on the boilers of steam engines, Edit. II. London 1839 — Dingler's polyt. Journ. B. LXXIV. S. 393.

1) Eine Maschine, die ich in der Taylor- und Martineau'schen Maschinenfabrik in London in Thätigkeit sah, um die Dreh- und Bohrbänke der Fabrik ꝛc. in Thätigkeit zu setzen, war auf die Leistung von 6 Pferdeskräften gebaut, die Feuerberührungsfläche ihres Kessels betrug aber nur höchstens 30 Quadratfuß. Dabei hatte sie eine Rostfläche von 7 bis 8 Quadratfuß. Ein ganzes gleiches Verhältniß dieser beiden Theile zu einander fand ich bei einem Hochdruckkessel aus der Cokerill'schen Fabrik in Seraing, der in der Plauer Maschinenanstalt aufgestellt war.

2) Vid. N. Wood practical treatise on rail-roads, plate IV, Fig. I. II. und IV, Tab. V. und VI.

3) Eine vorzüglich gute Abbildung davon sieht man in Christian traité de mécanique industrielle, planche 25. und in J. Nicholsons operative mechanic and Brit. machinist, pl. 23. und endlich in Wood's eben angeführtem Werke l. c.

Digitized by Google

von zweckmäßiger Construction in Verhältniß zu ihrem Effecte ein kleineres Dampfvolum [1]) als die von niederm Drucke verbrauchen, ihre Kessel daher auch weniger Wasser zu verdampfen haben, als diese, so steht eine Verminderung der Feuerberührungsfläche in dem angegebenen Grade doch in keinem Verhältnisse dazu. Kein Wunder, daß nun die Größe der Feuerplätze und Rosten übermäßig ausgedehnt werden mußte, um dennoch ein günstiges Resultat hinsichtlich der Menge der entwickelten Dämpfe zu erzielen, und daß auf diese Weise die ungeheuersten Mißverhältnisse zwischen der Rost- und Feuerberührungsfläche der Kessel entstanden. Ich habe an vielen Hochdruckmaschinen auf vier Quadratfuß Feuerberührungsfläche einen Quadratfuß Rostfläche angetroffen. Ein erwähnenswerth günstigeres Verhältniß sah ich äußerst selten, ein richtiges nie. Ein größeres Feuer und eine intensivere Hitze soll hier den Mißgriff verbessern, ein Mittel, was allerdings Hülfe schafft, aber auf Kosten des Brennmaterialverbrauchs und der Dauer des Kessels [2]). Müssen durch solche verkehrte Maaßregeln die Maschinen mit höherm Drucke nicht unverdient in den Geruch einer großen Brennmaterialverschwendung kommen? Wird auf eine solche Weise nicht eine große Hitze ungenutzt zum Schornsteine hinausgetrieben werden? — Können bei einer solchen Anordnung Kessel und Rosten lange bestehn? — Müssen sie da nicht schneller zu Grunde gehn, als bei den Maschinen mit niederm Drucke, wo man günstigere Verhältnisse beobachtet? —

Und doch ist die Sache so einfach, so einleuchtend. Um

---

1) Man vergleiche hier die Berechnungen von Emil Köchlin über den Nutzeffect eines bestimmten Dampfvolums bei der Anwendung der Dämpfe unter verschiedenen Druckgraden und mit und ohne Expansion (vid. Bulletin de la société de Mulhaus, N. 42 und 43, und in Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 161).

2) Hr. Director Prechtl in Wien (Gilbert's Annalen der Physik, Jahrgang 24, Stück 2, S. 227) fand, daß man mit 5 Quadratfuß Feuerberührungsfläche den nämlichen Effect (hinsichtlich der Wasserverdampfung) hervorbringen könne, als mit 20 Quadratfuß, wenn man verhältnißmäßig das Feuer verstärkt.

Digitized by Google

ein gewisses Maaß Hitze aufzunehmen, muß immer eine bestimmte Fläche am Kessel vorhanden sein, und diese muß um so größer eingerichtet werden, je geringer die Differenz der Temperaturen zwischen den durch den Ofen streichenden erhitzten Gasen und dem Kessel selbst ist. Diese Differenz ist aber offenbar geringer bei den Hochdruckmaschinenkesseln, die Dämpfe von höherer Temperatur entwickeln, als bei denen mit niederm Drucke, darnach sollten erstere also eigentlich mehr Feuerberührungsfläche für eine bestimmte Wirkung haben als jene [1]). Da indessen manche Erfahrungen, namentlich von Christian, vorliegen, daß bei gleicher Feuerberührungsfläche und gleich starker Feurung unter allen Graden des Druckes gleich viel Wasser verdampft werde, so giebt dieses einen Fingerzeig, daß wenigstens die Flächen unter verschiedenen Druckgraden sich gleich bleiben müssen, wobei der geringere Wassergehalt hochdrückender Dämpfe als Erklärungsgrund gelten dürfte. Ein gewisses Zeichen, daß alle Hitze an den Kessel (d. h. nach Möglichkeit) abgesetzt sei, wird die Temperatur der in den Schornstein abziehenden erhitzten Gase geben. Ist diese Temperatur beinahe oder ganz der des Kessels oder der in ihm entwickelten Dämpfe gleich,

1) Watt rechnete für die Kessel seiner Maschinen mit niederm Drucke 8 Quadratfuß als nothwendig (Register of arts, N. 54, pag. 93 seq. 30. Decemb. 1828. — Dingler's polyt. Journ. B. XXX. S. 241 seq.), um 1 Kubikfuß Wasser, der für die Pferdeskraft in 1 Stunde hinreichen soll, in dieser Zeit zu verdampfen. Da hiemit aber sehr selten eine Watt'sche Maschine auskommt, die meisten 1½—2 Kubikfuß gebrauchen, so stimmt Watt's Angabe sehr mit der unten von mir bezeichneten überein, was daher wohl kommt, weil dieser erleuchtete Mann immer auf dem Wege der Erfahrung, dem einzig richtigen, vorwärts ging, und, statt am Rechentisch, sein thätiges Leben unter fortwährenden Versuchen im Laboratorio verbrachte. Watt stand als ein glänzendes Meteor an dem Himmel seiner Zeit, das plötzlich Licht strahlte in die Finsterniß seines Jahrhunderts. Seit er dahin, sein wohlthuendes, Segen strahlendes Licht verglommen ist, erhellen nur noch einige schwache Kerzen das Feld, auf welchem er arbeitete. Die wenigsten seiner Nachfolger haben ihn begriffen und verstanden, sie stümpern ihm nur nach, und ihre Bemühungen scheinen mehr die alte Finsterniß wieder zurückzurufen, als Licht zu verbreiten, obgleich sie auf einem Grunde stehn, den Watt's hoher Geist geebnet und mühvoll vorbereitet hat.

Digitized by Google

so darf man behaupten, daß der höchste Effect erreicht, man im Gegentheile aber um so weiter vom Ziele entfernt sei, je größer die Differenz zwischen den beiden Temperaturen ist, je mehr Hitze auf Seite der erhitzten Gase ist, je mehr also davon in den Schornstein entweicht. Leiten solche Betrachtungen den unbefangenen Forscher, so wird er mit mir einverstanden sein, daß man bei den bisherigen Hochdruckkesseln sehr weit von einem erfreulichen Ziele geblieben sei, wird mir beipflichten, daß man im Baue der Hochdruckmaschinen bei Befolgung der bisherigen Maaßregeln unverzeihliche Fehler begehe, und daß Kurzsichtigkeit und Unkunde ihrer Erbauer die größte Schuld tragen, wenn diese herrlichen Maschinen noch so wenig Eingang finden, und man gegen ihre Vortheile im Allgemeinen so viele Zweifel hegt. Auffallend ist in neuerer Zeit der Drang, in Hinsicht der Dampfkessel zu bessern Resultaten als bisher zu gelangen; man ist unablässig bemüht, daran zu ändern, zu künsteln, man erschöpft sich in Berechnungen und Calculationen, und verirrt sich dabei nicht selten so weit, daß man die einfachsten Umstände außer Acht läßt, daß man blind wird gegen die ersten Lehren der Mechanik und Physik. Deshalb ist trotz alles Geschreies, trotz aller verkündeten Wunder die Sache nicht um ein Haar breit weiter gekommen, ja man kann sagen, daß man in neuster Zeit mehr Rück- als Fortschritte gemacht habe. Nach meiner Ansicht und Erfahrung ist die Hülfe sehr leicht, wenn man obige Umstände gehörig berücksichtigt, und bei dem Bau der Kessel (vorzüglich der Hochdruckmaschinenkessel) und ihrer Aufstellung folgende Regeln befolgt:

1) Man gebe seinen Kesseln eine größere Feuerberührungsfläche, als bisher geschahe, und zwar sowohl den Kesseln mit niederm als mit hohem Drucke, d. h. bei kleinern Maschinen, von 1 bis zu 6 Pferdeskräften 14 Quadratfuß für die Pferdeskraft, in denen von 6 bis 25 Pferdeskräften 12, und in denen von höherer Kraft 10 Quadratfuß. In diesem Falle kann man mit kleinern Rostflächen auskommen, als gewöhnlich üblich sind. Ich nehme auf 14 Quadratfuß Feuerberührungsfläche 1 Quadratfuß Rost-

fläche, bei größern Maschinen, von 25 Pferdeskräften an, auf 16 einen. Es entweicht dann nur so viel Hitze in den Schornstein, als nöthig ist, um den gehörigen Zug im Ofen zu erzeugen, (der übrigens bei Befolgung dieser Vorschriften kein starker, sondern nur ein gemäßigter zu sein braucht,) und man ist sowohl vor einem zu starken Brennmaterialverbrauche, als vor schneller Zerstörung der Kessel vollkommen gesichert. Diese Verhältnisse sind dann vorzugsweise zu beobachten, wenn die Kessel und ihre Oefen so eingerichtet sind, daß die Hitze parallel mit ihren Wänden streicht, vorzüglich in dem Falle, daß die Wände der Kessel senkrecht stehen.

2) Man leite, wie ich schon oben bei Gelegenheit der Röhrenkessel erinnert habe, die Hitze wo möglich so, daß sie senkrecht gegen die Wände des Kessels anstoße. Sie wird so am schnellsten und kraftvollsten verwendet. Viele Ofenverbesserer haben auf diesen wichtigen Punkt zwar schon aufmerksam gemacht, man kann aber nicht in Abrede sein, daß eine solche Construction in den meisten Fällen große Schwierigkeiten habe. Am vortheilhaftesten dürfte diejenige Einrichtung sein, wo die Hitze gezwungen wird, aufwärts zwischen die Röhren eines Röhrenkessels in der Art durchzustreichen, daß sie, während sie von den untersten Röhren in einem schiefen Winkel abprallt, auf die zweite Lage Röhren stößt, und so im Zickzack durch sämmtliche Röhrenlagen durchzudringen gezwungen ist. Da die erhitzten Gase hier in dünnen, eine wirbelnde Bewegung erfahrenden Striemen zwischen den Röhren durchstreichen, werden die einzelnen dünnen Schichten derselben hinsichtlich ihrer Temperatur viel inniger gemischt, und es wird daher alle ihre Hitze viel vollkommener an den Kessel verwendet, als in den weiten Zügen eines Dampfkesselofens von gewöhnlicher Construction, in welchem nur diejenige Schicht der Gase ihre Hitze dem Kessel mitzutheilen vermag, die während ihres Durchströmens mit demselben in unmittelbare Berührung kommt, während die entferntern Schichten, die

Digitized by Google

ihre Temperatur der geringen Wärmeleitungsfähigkeit solcher Gase wegen auf die erstere nicht schnell genug übertragen, ihre Hitze nicht hinreichend absetzen. Der weiter unten von mir beschriebene zweite Röhrenkessel ist auf diese Weise hinsichtlich seiner Röhrenlagen und ihrer Stellung im Ofen angeordnet, und deshalb sein herrlicher Effect.

Viele Verbesserer der Dampfkessel haben nach Mitteln geforscht, die Dampfentwicklung in denselben zu vergrößern, ohne der Feuerberührungsfläche eine verhältnißmäßig größere Ausdehnung zu geben. Ihre Bemühungen haben größtentheils auf der in England zuerst gemachten Erfahrung gefußt, daß Malzkeime, in das Wasser eines Dampfkessels gethan, die durch Ansatz von vielem Kesselstein verminderte Dampfentwicklung wieder auf den gesetzlichen Grad bringen, und wirklich sind einige derselben von Erfolg gewesen. Ein Herr Jennings in Amerika schlägt statt der Malzkeime in seinem Patente Kieselsteine vor [1]), andere empfehlen Holzstückchen, Sägespäne ꝛc. Professor Oehrstädt in Copenhagen hat eine sehr hübsche Reihe von Versuchen mit Messingdrahtbündeln gemacht, die er in die Dampfkessel legt [2]), und die nach meiner Ansicht und Erfahrung wirklich sehr günstige Resultate geben. Die Hitze scheint von der Feuerberührungsfläche der Kessel in die Drähte der Bündel leicht übergeleitet zu werden, und so mehr Oberfläche zu gewinnen, und mit dem Wasser durch vervielfältigte Punkte in Berührung gebracht zu werden. Versuche, die ich schon im Jahre 1816 mit Hagel, kleinen Kieselsteinen, Eisendrähten, gekörntem Messing, Eisen- und Messingblechschnipseln anstellte, zeigten deutlich, daß alle diese Körper die Dampfentwicklung merklich vermehrten, jedoch fand sich, daß sie dies in verschiedenen Graden thaten, je nachdem sie größere oder geringere Wärmeleiter waren [3]).

---

1) Mechan. Magazine, N. 577. — Dingler's pol. J. B. LIII. S. 3.

2) Annales of philosophy, Febr. 1825, pag. 157. — Gehlen's Journal für Physik und Chemie, S. 277—289. — Dingler's pol. J. B. XVI. S. 526.

3) Ein Herr Williams in Liverpool hat in neuster Zeit ein Patent

Digitized by Google

Ich habe nun noch eine Frage zu erörtern, die bei den Hochdruckmaschinenkesseln von größter Wichtigkeit ist, nämlich die: wie groß ihr Durchmesser sein müsse? — Auch in diesem Punkte werden viele und große Fehler begangen, und leider so allgemein begangen, daß man kaum auf günstige Verhältnisse irgendwo stößt; denn man sieht Hochdruckmaschinenkessel für einen Druck von 4 bis 5 Atmosphären, die einen Durchmesser von 5 bis 6 Fuß und mehr haben. Kleinere Durchmesser, also solche unter 3 Fuß, findet man selten, unter 2 Fuß fast nie. Selbst Oliver Evans ging nicht weiter, was bei einem so gescheuten, nachdenkenden und erfahrenen Manne um so mehr zu verwundern ist, als er mit einem so hohen Drucke arbeitete.

Es sind viele Formeln für die Berechnung der Durchmesser der Kessel und der ihnen entsprechenden Wanddicke, sogar für verschiedene Metalle und für Kessel, nach verschiedenen Fabrikationsmethoden ausgeführt [1]), aufgestellt, sie berühren die

---

genommen auf eine neue Methode, die Transmission der Wärme von Feuer an's Wasser oder eine andere in einem Kochgefäße enthaltene Flüssigkeit dadurch zu vergrößern, daß er in die feuerberührenden Wände desselben eine Anzahl metallener Pflöcke oder Leiter einfügt, die sowohl auf der äußern als innern Fläche derselben hervorstehn. Er vermehrt dadurch äußerlich die Angriffspunkte der Flamme, und erweitert das Feld für die Mittheilung der Wärme innerhalb des Kessels oder Kochgefäßes, vergrößert also die die Wärme in's Wasser überführende Oberfläche. Ich habe früher etwas Aehnliches versucht, fand aber, daß äußerlich der Ruß sich auf eine die Wärmemittheilung hindernde Weise an die Pflöcke oder Leiter anlegte, während innerhalb des Gefäßes der Kesselstein sich zwischen die Pflöcke in der Art einnistete und einen so festen Stützpunkt an denselben fand, daß er gar nicht wieder zwischen denselben herauszuschaffen war.

1) Eine der besten, klarsten und faßlichsten Abhandlungen über diese Materie, mit algebraischer Entwicklung des Gegenstandes, ist die vom Professor Johnson am Franklin-Institute. Man findet sie aus dem Franklin Journal aufgenommen im Repertory of Patent invent., Jan. 1832 pag. 44 und in Dingler's polyt. Journale B. XLVIII. S. 81. Die angegebenen Formeln scheinen mir aber in so ferne etwas gewagt, als die Zähigkeit der zu den Kesseln verwendeten Bleche der des Stabeisens darin gleich gestellt wird, was, wenn man den Zustand des Eisens im Bleche je gehörig untersucht, und die durch den Walzproceß bewirkten ungünstigen Verände-

Digitized by Google

Hauptsache indessen wenig, nämlich die wichtige Frage, wie weit man mit dem Durchmesser überhaupt gehen solle, um die höchste Sicherheit zu erreichen. Gewiß bedarf es solcher Formeln gar nicht, sobald man einen gewissen Durchmesser nie überschreitet, oder in allen möglichen Fällen bei bestimmten Durchmessern beharrt. Auch sind solche Formeln, die sich nicht auf Erfahrung stützen, leicht gefährlich, indem sich mancher Maschinenbauer bei ihnen beruhigt, und in eine schädliche Sicherheit verfällt, die nachher vielen Menschen das Leben kosten kann. Wo man bei den Kesseln für alle Fälle bei bestimmten Durchmessern bleibt, wird die Größe dieser Durchmesser und die denselben entsprechende Wanddicke leicht durch Erfahrung geprüft, und sind dazu gar keine weitläufige Versuche nöthig, zumal da solche schon von Oliver Evans, v. Reichenbach in München und andern angestellt wurden. Nach meiner Meinung kann hier auf zweierlei Weise die höchste Sicherheit erreicht werden, und zwar

1) dadurch, daß man die Durchmesser möglichst klein und die Wanddicke der Kessel möglichst dick nimmt, so daß der Kessel weit über den gewöhnlichen, in ihm vorhandenen, Dampfdruck zu ertragen vermag, er also auch noch immer sicher genug bleibt, wenn er durch den Zahn der Zeit leidet, oder
2) daß man ihm bei kleinern Durchmessern eine geringe Wandstärke giebt, und zwar eine Stärke, die keine sehr starke Erhöhung des gesetzlichen Druckes verstattet, und beim Zerspringen des Kessels so wenig als möglich Gefahr verbreitet, in welchem Falle die Erfahrung allein richtige Grenzen vorzuschreiben vermag.

Ich werde in der Folge zweierlei Arten von Hochdruckmaschinenkesseln beschreiben. Beider habe ich mich mit großem

---

rungen im Metalle, vorzüglich in den englischen Eisenblechen, gehörig kennen gelernt hat, durchaus unzulässig erscheint. Diese Bemerkung trifft vorzüglich Oliver Evans Calculationen, die in dieser Abhandlung zugleich berührt werden.

Digitized by Google

Glücke bedient, und beide haben durch die Erfahrung bewiesen, daß sie im höchsten Grade sicher sind. Die erstere Art wende ich am liebsten bei kleinern Maschinen an. Bei ihr gehe ich mit dem Durchmesser der Röhren (denn Röhrenkessel sind beide) nie höher als auf 1 Fuß. Sie besteht, wie wir gleich weiter unten sehen werden, aus 1 Fuß weiten obern und 8 Zoll weiten untern Röhrenlagen. Diese Röhren bleiben unter allen Umständen von gleichem Durchmesser, und für sie ist $\frac{1}{4}$zölliges Eisenblech und eben so starkes Kupferblech mehr als überflüssig stark. Zwar sollte Kupferblech in größerer Stärke als Eisenblech genommen werden, da Kupfer nach Guyton Morveau hinsichtlich seiner Haltbarkeit zu Eisen sich wie 302 zu 549 verhält, ich kehre mich aber nicht daran, ja nehme Kupfer im Gegentheil noch eher etwas dünner [1]), nämlich zu $\frac{3}{16}$ Zoll Dicke, indem ich aus der Erfahrung weiß, daß bei dieser Dicke die Röhren ohne alle Gefahr aufreißen. Mir sind nämlich schon 3 Fälle vorgekommen, wo kupferne Kessel von dieser Construction barsten, ohne den mindesten Schaden anzurichten; in einem Falle stand ich sogar vor der geöffneten Heizthür und sah in den Ofen, ohne daß mir der mindeste Nachtheil widerfuhr [2]).

---

1) Auch bei den meisten gesetzlichen Verordnungen, betreffend die nöthige Wandstärke cylindrischer Kessel bei verschiedenen Druckgraden der Dämpfe, namentlich bei den preußischen, werden für Eisen und Kupfer gleiche Bestimmungen angegeben.

2) Es war dies bei einer Dampfmaschine von 10 Pferdeskräften, die ich in Bützow in einer Papierfabrik zum Betriebe von 2 Holländern gebaut hatte, der Fall. Ich wurde nämlich vom Werkmeister gerufen, weil die Maschine angefangen hatte, langsamer zu gehn. Da ich an der Maschine selbst keine Fehler fand, wandte ich mich zum Kessel und entdeckte hier, daß der Schwimmer widernatürlich gesunken sei. Als ich schnell die Heizthür öffnete, um das Feuer zu dämpfen, und ich in den Ofen sah, um mich von der Menge des Brennmaterials auf dem Roste zu überzeugen, erfolgte die Explosion. Sie war mit einem dumpfen Knalle im Ofen verbunden. Ein Theil des Brennmaterials und etwas Wasser und Dampf prasselten, ohne mich zu verletzen, an mir vorüber, und bei der Untersuchung fand sich ein Riß von 2 Fuß Länge an einer der untern Kesselröhren. Er klaffte auf einer Stelle 6 Zoll. Trotz dieser Explosion war kein Stein im Ofen ver-

Digitized by Google

Oliver Evans nimmt die Wände seiner cylindrischen, 2 Fuß im Durchmesser haltenden, Kessel nur 2 Linien stark [1]), und man muß sagen, daß sehr selten Unglück dadurch entstanden ist [2]). Meistentheils haben seine Kessel unschädliche Risse erhalten. Es wäre überhaupt wohl einer nähern Untersuchung werth, ob selbst bei Kesseln von größern Durchmessern dünne Wände nicht mehr Sicherheit gewähren würden als dicke. Sehr wahrscheinlich ist es nämlich, daß dünnere Wände auch hier nur immer leichte unschädliche Risse bekommen würden, wo starke in große Stücke zerreißen, die alles um sich her zerschmettern. Bei kupfernen Gefäßen bin ich geneigt, dies ohne Beschränkung anzunehmen. Bei der zweiten Art von Röhrenkesseln, die ich vorzüglich bei größern Maschinen anwende, und unten näher beschreiben werde, habe ich die kupfernen Röhren derselben, die allein der Wirkung der Flamme ausgesetzt sind, nach den oben von mir aufgestellten Grundsätzen gebaut, d. h. sie bilden die schwächste Partie des Kessels, so daß, wenn etwa eine Explosion entstände, diese nur an den besagten Röhren Statt finden kann, an welchen sie wegen der Zähigkeit des Kupfers und des geringen Durchmessers der Röhren keine Gefahr herbeiführen

---

rückt, selbst nicht einmal einer von denen, die die dünnen Scheidewände zwischen den Röhren bilden. Die beiden andern oben erwähnten Explosionen waren auf gleiche Weise leicht vorübergehend. Die eine fand in der Seitenwand eines der obern weitern Röhren, die andere ebenfalls an einem untern Rohre Statt. Auch sie wurden durch Wassermangel im Kessel verursacht und bei beiden waren die Heizthüren geschlossen. Bei der ersten von beiden wurden einige Steine im Ofen gelöset und ausgestoßen, jedoch nur mit so geringer Kraft, daß sie ohngefähr 2 Schritte vom Ofen lagen.

1) Vid. Hrn. Baillet's Bericht in Bezug auf Hrn. Valcourt's Denkschrift über Dampfmaschinen, und vorzüglich über solche mit hoher Pressung, im Bulletin de la société d'encourag. p. l'Ind. nat. Mars 1821. Uebersetzt in Dingler's polyt. Journ. B. VI. S. 138 unten.

2) Mercure technologique, Mai 1823, pag. 113. Im Auszuge liefert diese Abhandlung Dingler's polyt. Journ. B. XI., wo es Seite 473 heißt, daß noch kein einziges Beispiel vorhanden sei, daß an Oliver Evans' Kesseln gefährliche Explosionen Statt gehabt hätten. Später ereignete sich jedoch das bekannte Unglück auf dem Dampfschiffe Aetna (vid. London Journ. of arts a. scienc. Jul. 1824 — Dingler's polyt. Journ. B. XV. S. 138.

Digitized by Google

kann. Zu vergeſſen iſt endlich auch nicht, daß kupferne Röhren um ſo ſchneller die Hitze dem in ihnen enthaltenen Waſſer mittheilen, je ſchwächer ſie von Metall ſind.

Die Frage, von welchen Metallen ein Keſſel am zweckmäßigſten zu erbauen ſei, beantwortet ſich nach dem Vorhergehenden faſt ſchon von ſelbſt. Kupfer iſt in jeder Hinſicht dazu das zweckmäßigſte Metall, nicht allein wegen ſeiner außerordentlichen Zähigkeit, wonach es, wie ich ſchon gezeigt, und durch die Erfahrung beſtätigt habe, nie in Stücke zerſpringt, vielmehr nur aufreißt, ſondern auch, weil es ein beſſerer Wärmeleiter als Eiſen iſt. Es iſt aber theuer, ſo daß es beinahe das Fünffache des Eiſens koſtet. Indeſſen verkauft es ſich alt noch wieder vortheilhaft, die meiſte Zeit doch wenigſtens für den halben Preis, ſo daß man aus einem verbrauchten Keſſel doch noch einen nicht unbedeutenden Theil der Anſchaffungskoſten wieder herausbringt. Bei Brennmaterialien, die viel ſchwefligte Säure während des Verbrennens entwickeln, wie dies bei manchen Torf- und Steinkohlenſorten der Fall iſt, hält ſich Kupfer nicht ſo lange als Eiſen. Indeſſen unterliegt es nicht ſo ſehr dem Roſten als jenes, woher kupferne Keſſel doch im Ganzen länger dauern als eiſerne. Auf Seedampfſchiffen iſt Kupfer bei weitem dem Eiſen vorzuziehen. Es wird nämlich viel weniger vom Meerwaſſer angegriffen als dieſes. Ein eiſerner Seedampfſchiffkeſſel hält ſelten länger als 4 Jahre aus, während ein kupferner 7 Jahre gebraucht werden kann, ohne wegen einer Hauptreparatur aus dem Schiffe genommen zu werden [1]). Bei Anwendung von ſüßem Speiſewaſſer dauert ein eiſerner Keſſel gewöhnlich 7 Jahre [2]).

Eiſen iſt, wie ſchon oben bemerkt wurde, viel haltbarer und feſter als Kupfer, aber lange nicht ſo zähe, zerſpringt bei

---

1) Man ſehe hier nach Herrn Joſhua Field's Angaben, die er vor einer Parlamentscommiſſion über die Dampfſchifffahrt nach Oſtindien machte (Mechan. Magazine, N. 620, pag. 249. — Dingler's polytechn. Journ. B. LVII. S. 327).

2) Vid. Dingler's polyt. Journ. B. LVII. S. 332.

Digitized by Google

Explosionen daher eher in Stücke, und richtet Verheerungen an. Andere Metalle als Eisen und Kupfer werden nicht leicht zu Dampfkesseln verwandt, ausgenommen zu einigen Hülfsapparaten derselben, z. B. wird Messing zu den Sicherheitsventilen, Schwimmapparaten, den Hähnen ꝛc. gebraucht. Dasselbe Metall wird auch jetzt zu den engen Siedröhren der Stephenson'schen Locomotivkessel genommen, indem sich gezeigt hat, daß es länger zu dem Zwecke dauert als Kupfer. Es dehnt sich nämlich gleichmäßiger mit dem Eisen des Kessels aus, die davon construirten Röhren erleiden deshalb weniger Spannung, und ihre Verbindungsstellen mit den eisernen Böden der Kessel werden nicht so leicht wandelbar und leck.

Kupferne Röhren haben den großen Vortheil, daß sie mit Schlageloth zusammengelöthet werden können. Die Löthstellen sind, vorzüglich wenn sie mit nicht zu hartem Loth gelöthet werden, in der Regel fester und haltbarer, als das übrige Metall des Kessels, zu geschweigen, daß sie viel dampfdichter als Nietungen hergestellt werden können. In den Fällen, wo meine kupfernen Kessel aufrissen, war die Löthstelle stets unbeschädigt, während eiserne Kessel immer an den Nietstellen zuerst nachgeben und zersprengt werden. Wahrscheinlich ließe sich Eisen auch mit Schlageloth zusammenlöthen, indessen wohl mit mehr Schwierigkeiten als das Kupfer. Eiserne Kessel werden bis jetzt noch immer zusammengenietet, was den Nachtheil hat, daß sie an den Nietstellen schwächer werden, als an ihren übrigen Wänden. Dies erklärt sich leicht durch den Mangel an Metall an den Nietstellen, indem die Nietlöcher einen Theil desselben wegnehmen. Je dichter man die Niete einschlägt, je größer ist natürlich die Gefahr des Zerreißens, weil dann mehr Metall bei den dicht an einander gereihten Nietlöchern wegfällt. Manche Kesselfabrikanten schlagen eine doppelte Reihe Nieten ein, und legen die Nietlöcher der einzelnen Reihen weiter aus einander, verschieben sie aber gegen einander, so daß die Löcher der einen Reihe in der Richtung der Zwischenräume der andern liegen. Ob diese Methode Vorzüge habe, wage ich nicht zu behaupten, indem mir die Erfahrung fehlt. Von meinen

Digitized by Google

Kesseln wird nur die erste Art, und von dieser auch nur diejenige, die mit eisernen Röhren versehen ist, genietet. Die eisernen Kessel, Separatoren und Recipienten, die ich geliefert habe, sind einfach genietet worden, ich habe aber große Sorgfalt auf ihre Nietung verwenden lassen.

Daß Kupfer in Verbindung mit Eisen, zur Construction von Dampfkesseln verwandt, galvanische Wirkungen hervorbringe, die eine schnelle und Gefahr bringende Zerstörung beider Metalle, vorzüglich des Eisens, bewirke, wie Janvier in seinem Werke über Dampfschiffe [1]) vielfältig behauptet, widerspricht, obgleich ich fast bei allen meinen Kesseln beiderlei Metalle zugleich anwende, meiner vielfältigen und längern Erfahrung durchaus. Schwerlich dürften kupferne Kessel auch ohne einzelne eiserne Apparate herzustellen sein, namentlich wird man eiserner Bolzen zur festern Zusammenfügung von einzelnen Kesseltheilen nicht gut entbehren können, da kupferne oder messingene wegen ihrer geringern Haltbarkeit und Festigkeit nicht geeignet sein dürften, die Verbindungen sicher und dauerhaft genug herzustellen. Wo hätte man überhaupt je gehört, daß die eigentlichen Dampfmaschinen, selbst bei der unvermeidlichen Combination verschiedener Metalle, z. B. des Eisens, Messings, Kupfers, Zinnes und Bleies, in ihrer Construction gelitten hätten? Und sind ihre verschiedenen Metalle, vorzüglich am Dampfcylinder und der Steurung, nicht gleich denen des Kessels auch der vereinigten Wirkung der Wärme und der Feuchtigkeit ausgesetzt? —

Ich muß, ehe ich die Betrachtungen über die bisherigen Dampfkessel schließe, noch einige Worte über die Bemühungen einiger Mechaniker sprechen, Kessel zu erfinden, die keinen Wasservorrath enthalten, sondern völlig leer sind, und in welche nur so viel Wasser eingespritzt wird, als zur gesetzlichen Dampfentwickelung für die Maschine nöthig ist. Mein in England aus-

---

1) Janvier über die zweckmäßigste Construction und Einrichtung der Dampfschiffe und der auf denselben anwendbaren Dampfmaschinen, übersetzt von Dr. C. H. Schmidt.

Digitized by Google

geführter und im Dingler'schen polyt. Journale genau beschriebener Dampfentwickler gehörte ebenfalls zu dieser Gattung. In der dort gelieferten Abhandlung [1]) über mein Dampfentwicklungs-Princip habe ich die großen Vortheile der Wasserinjection, sowohl in Absicht auf den regelmäßigen Gang und die leichte Regulirung der Maschine, als auch auf Beseitigung fast aller Gefahr einer Explosion, genügend auseinandergesetzt, aber auch auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, die dieses Princip in der Ausführung hat, so wie endlich die Grundsätze streng entwickelt, von welchen man bei dessen Ausführung auszugehen hat, wenn dieselbe einen günstigen Erfolg haben soll. Ich will hier deshalb darüber nicht weiter sprechen. Bei einer genauen Würdigung dieser Grundsätze wird man alsbald auf die Ursachen geführt werden, warum alle bisherigen, nach diesem Principe gebauten Dampfentwickler einen so ungünstigen Erfolg hatten. Man wird finden, daß die Erfinder oder Erbauer derselben alle mehr oder weniger gegen Hauptmomente dieses Princips anstießen, daß sie einseitigen Rücksichten folgten, und die verschiedenen Forderungen, worauf es bei der practischen Ausführung desselben ankommt, nicht recht auffaßten. Vorzüglich fehlten aber alle dadurch, daß sie nicht darauf bedacht waren, in den Zeitmomenten der unterbrochenen Einspritzung in den Entwickler, diesen vor einer Ueberhitzung durch die fortgehende Feurung zu schützen. Dieserhalb gingen die Dampfkammern eines Mac Curdy und jener, im American Journal of arts and sciences, März 1827, und Mechan. Magazine, N. 199, 16. Jul. 1827, und im Dingler'schen polyt. Journ. B. XXV. S. 289, berührten amerikanischen Maschine bald zu Grunde. Auch verfielen die meisten dieser Erfinder in den Irrthum, daß sie bei dem Principe der Einspritzung mit viel kleinern Gefäßen und viel geringerer Feuerberührungsfläche auskommen könnten. Unter diesen steht Howard [2]),

1) Vid. Dingler's polyt. Journ. B. XXVIII. S. 337.

2) Repertory of Patent invent. Febr. 1827 pag. 65, April 1835 pag. 213. — Mechan. Magazine N. 579 pag. 410. — Dingler's pol. Journ. B. XXIV. S. 3, B. LIV. S. 152, B. LVI. S. 254.

Digitized by Google

dessen Erfindung offenbar ein Plagiat der meinigen ist, da mein Patent jedes flüssige Metall und jede leichtflüssige Metallmischung in seiner Erklärung umfaßte, er auch, wie ich später erfahren habe, nicht Quecksilber, sondern eine leichtflüssige Metallmischung anwendet, obenan, indem er für die Pferdeskraft $\frac{3}{4}$ Quadratfuß Feuerberührungsfläche völlig genügend erklärt, während ich für diese Leistung 6 Quadratfuß an meinen Metallgefäßen anwandte. Bei solchen unreifen und ungeläuterten Ansichten und so verkehrten Maaßregeln kann freilich für ein sonst viel versprechendes Princip wenig Hoffnung des Gelingens bleiben. Herrn Howard's Dampfmaschinen haben daher auch alle immer schnell die anfängliche Kraft verloren, indem es ihnen sogleich an der gehörigen Dampfmenge zu ihrem Betriebe fehlte. Ueberhaupt muß man gestehen, daß fast in allen englischen, auf Dampfmaschinenverbesserung in neuerer Zeit genommenen Patenten, unreife und falsche Ansichten, so wie Unwissenheit und Mangel an Erfahrung und Beobachtung sich beurkunden. Wahrlich kein günstiges Zeichen des Fortschreitens einer Nation, die uns Deutschen so über die Achseln ansieht, und unser Fortstreben so herabzuwürdigen strebt. Noch mehr bethätigen den Rückschritt der englischen Nation im Felde der Dampfmaschinen aber die Feindseligkeiten, womit ihre Techniker gegen wirklich erleuchtete Männer und zweckmäßige und heilbringende Erfindungen in diesem Fache auftreten, so wie die Art der Waffen, die man gegen solche gebraucht. Wie ist Woolf wegen seiner Cornwalliser Maschinen angefeindet worden, und wie verfolgt man noch seine Schöpfungen, während man die Narrheiten und Aufschneidereien eines Perkins und Consorten mit unverdientem Weihrauche beräuchert hat.

Ich will hier gleich meine Betrachtungen und Bemerkungen über diejenigen Apparate folgen lassen, die den Kesseln beigegeben sind, um sie theils mit Wasser zu versorgen, theils den Druck der Dämpfe darin zu controlliren, theils einen übermäßigen Druck zu verhüten, theils endlich den Wasserstand in denselben anzuzeigen, und zwar zuerst sprechen von

a) den Speiseapparaten.

Digitized by Google

Man ist in neuster Zeit immer mehr zu der Ueberzeugung gebracht worden, daß Kesselexplosionen nur selten durch einen allmählig zunehmenden zu großen Dampfdruck im Kessel verursacht werden. Unzweideutige Belege sind vorhanden, daß im Gegentheil manchen Explosionen ein Sinken des Dampfdruckes im Kessel voraufging. In solchen Fällen hat man in der Regel die Bemerkung gemacht, daß das Wasser gleichzeitig ungewöhnlich im Kessel gesunken war, und daraus wohl nicht mit Unrecht den Schluß gezogen, daß die vom Wasser entblößten Stellen des Kessels, bei der fortwährenden Einwirkung des Feuers darauf, in einen, wenn auch nicht immer rothglühenden, doch überhitzten Zustand versetzt gewesen wären. Ich habe mich oben schon veranlaßt gefunden, über diesen Umstand und seine wahrscheinlichen Folgen, in Absicht auf die Entstehung der eingetretenen Explosion, zu sprechen, und die jetzige Ansicht der Techniker und Physiker angeführt, und bemerkt, wie man von der Meinung, daß eine, durch das stellenweise Glühen eiserner Kesselwände verursachte Gasentwicklung und Entzündung Schuld an der Explosion trage, mehr zurückgekommen sei, und zu der Ansicht übergegangen wäre, daß die Explosion sich durch eine plötzliche sehr starke Dampfentwicklung an der glühenden Kesselwand, durch ein Ueberwallen des Wassers über die glühende oder überhitzte Stelle veranlaßt, sehr wohl erklären lasse. Mag dem nun auch sein, wie ihm wolle, so steht die Erfahrung doch einmal fest begründet, daß den meisten Explosionen ein Sinken des Wasserstandes im Kessel voraufging. Ursache genug, zu glauben, daß dieses Sinken des Wassers in einer ursächlichen Beziehung zu den erfolgten Explosionen stehe, und da ein zu niedriger Wasserstand hauptsächlich nur durch eine fehlerhafte oder gehemmte Wirkung der Speiseapparate zu erklären ist, wenn anders keine größern Lecke am Kessel vorhanden sind, so stehet die Wichtigkeit regelmäßig und sicher wirkender Speiseapparate im hellsten Lichte.

Leider aber müssen wir gestehen, daß die häufigen Klagen über unsere bisherigen Speiseapparate und ihre Unzuverlässigkeit bei der Versorgung der Dampfkessel, vorzüglich der Hochdruck-

Digitized by Google

maſchinenkeſſel mit Waſſer, nicht ohne Grund ſeien; denn ſehr viele dieſer Apparate ſtehen auf einer ſehr niedern Stufe der Vollkommenheit, und man iſt bei ihrer Anwendung in ſteter Gefahr, den Keſſel unverſorgt mit Waſſer zu ſehen. So viele Zeit und Mühe man auch verwandt hat, ſie in einen vollkommenern Zuſtand zu verſetzen, ſo kann man doch nicht ſagen, daß man zu einem ganz zufriedenſtellenden Reſultate gelangt wäre [1]). Die Verbeſſerung iſt allerdings aber auch mit mehr Schwierigkeiten verknüpft, als man anfangs glauben ſollte. Dieſe Schwierigkeiten ſcheinen mir indeſſen dadurch, daß man von den bisher üblichen Druckpumpen immer mehr abſtrebte, eher vermehrt als vermindert worden zu ſein; denn alle Appa-

---

1) Verſchiedene neuere Speiſeapparate ſind beſchrieben und abgebildet:

Hall's Apparate. Aus dem Transactions of the society for encouragement of arts, manufact. and commerce in Gill's technical Repository, Jan. 1823. — Dingler's polyt. Journ. B. XI. S. 393.

Franklin's ſelbſtthätiger Nachfüller für Keſſel. (Gill's techn. Reposit. März 1825 pag. 200. — Dingler's polyt. J. B. XVII. S. 158.)

Jeaks' Nachfüller. (Mechan. Magazine, N. 171, 2. Dec. 1826. — Dingler's polyt. Journ. B. XXIII. S. 304.)

Potter's Speiſeapparat. (Gill's techn. Repos. N. 61. — Dingler's polyt. Journ. B. XXIV. S. 308.)

Neue Speiſepumpe für Hochdruckkeſſel. (Register of arts, Oct. 1830 pag. 154. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXIX. S. 162.)

G. Taylor's ſelbſtwirkende Speiſeapparate. (Mechan. Magaz. N. 393. Dingler's polyt. Journ. B. XL. S. 35.)

Pequeur's und Hallette's Speiſeapparate. (Industriel 1830, N. 2. Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 161.)

William's Apparat (iſt einer der beſten). (Repertory of Patent-invent. Febr. 1832, pag. 82. — Dingler's pol. Journ. B. XLIV. S. 161.)

Pumpe zum Speiſen mit heißem Waſſer. (Mechan. Magaz. N. 505. pag. 25. — Dingler's polyt. J. B. XLIX. S. 81.

Apparat zur Regulirung des Speiſewaſſerzufluſſes. (Mechan. Magaz. N. 509. pag. 88. — Dingler's polyt. Journ. B. XLIX. S. 348.)

Baddeley's Speiſeapparat. (Mechan. Magaz. N. 572. p. 276. — Dingler's pol. Journ. B. LIV. S. 1.

White's dito. (Mechan. Magaz. N. 609.)

Fox's dito. (Dingler's pol. Journ. B. LXI. S. 402.)

Seguier's Speiſepumpe. (Bulletin de la soc. d'encourag. p. l'in-

Digitized by Google

rate, die zum Erſatze dieſer einfachen Vorrichtung erfunden worden ſind, übertreffen hinſichtlich ihrer Mängel wo möglich noch eine nach richtigen Grundſätzen conſtruirte Druckpumpe. Ein offenbarer Beweis für dieſe meine Behauptung liegt in der ſo häufig gemachten Erfahrung, daß die meiſten derjenigen Mechaniker, die zweckmäßige Erſatzmittel für die Druckpumpe aufgefunden zu haben glaubten, endlich doch immer wieder zu dem einfachen Apparate derſelben zurückkehrten [1]). Solche Erſatzmittel waren größtentheils nach einem und demſelben Principe gebaut, und enthielten nur wenige Abweichungen in der Ausführung deſſelben. Sie beſtanden in einer Kammer, die abwechſelnd mit einem Waſſerbehälter und mit dem Keſſel in Verbindung geſetzt wurde. Die Wirkung derſelben beruhte auf dem Umſtande, daß die Kammer bei ihrer Verbindung mit dem Waſſerbehälter ſich aus demſelben mit Waſſer füllte, daß das eingedrungene Waſſer aber in den Keſſel abfloß, ſobald die Verbindung mit dem Reſervoir unterbrochen, mit dem Keſſel aber eröffnet wurde. Das Eindringen des Waſſers aus dem Waſſerbehälter in die Kammer wurde dann theils durch die Schwere deſſelben bewirkt, theils durch diejenige Leere befördert, welche durch die Verdichtung der, das kalte Waſſer berührenden, bei der vorher Statt gefundenen Verbindung der Kammer mit dem Keſſel in dieſe getretenen, Dämpfe entſtand. Bei die-

---

dustr. nat. Mars 1836 pag. 81. — Dingler's polyt. Journal B. LXI. S. 426.)

Pott's dito. (Mechan. Magaz. N. 672. — Dingler's pol. Journ. B. LXII. S. 106.)

Taylor's und Davis' Speiſeapp. (Mechan. Mag. N. 768 pag. 51. Dingler's polyt. Journ. B. LXIX. S. 7.)

Whitelaw's dito für Hochdruckkeſſel. (Mechan. Magaz. N. 769 p. 66. Dingler's polyt. Journ. B. LXIX. S. 241.)

1) Dies war auch in neuerer Zeit bei Gurney der Fall, der noch vor 14 Jahren ein Patent auf eine ſolche Vorrichtung nahm, welche im London Journal of arts, April 1827 pag. 77. und in Dingler's polyt. Journ. B. XXV. S. 26 beſchrieben und auf Tab. 1. Fig. 10 daſelbſt abgebildet iſt, und ſpäter, wie ich mich ſelbſt überzeugt habe, ſich wieder der Druckpumpe bediente.

Digitized by Google

sem letztern Umstande wurde das Wasser allein durch seine Schwere in den Kessel getrieben, und da es durch die in die Kammer strömenden Dämpfe daran verhindert wurde, so war es nöthig, der Abflußöffnung größere Dimensionen zu geben, so daß der Dampf während des Abfließens des Wassers in den Kessel zugleich Raum hatte, neben demselben in die Kammer zu treten, und den von Wasser leer gewordenen Raum zu füllen. Jedem Physiker wird es einleuchten, daß der letztere Theil der Funktion eines solchen Speiseapparates mit einem gewissen Zeitaufwande verbunden sein mußte, indem die, bei Eröffnung der Verbindung der Kammer mit dem Kessel zuerst in diese dringenden Dämpfe das Wasser und die Wände der Kammer auf ihre eigene Temperatur zu heben hatten, bevor ihr gewaltsames Einströmen in die Kammer so vermindert wurde, daß das Wasser ruhig in den Kessel abfließen konnte [1]).

Manche dieser Apparate waren so eingerichtet, daß sie den Kessel nur immer bis zur gesetzlichen Höhe füllten, indem die Kammer in solcher Stellung gegen den Wasserspiegel des Kessels sich befand, daß der Abfluß ihres Wassers durch den zu hohen Stand desselben im Kessel verhindert wurde; oder indem das Abflußrohr der Kammer grade in der regelmäßigen Wasserlinie des Kessels lag, wo denn bei zu hohem Stande des Wassers kein Dampf in die Kammer dringen, folglich den Raum nicht füllen konnte, den das Wasser bei seinem Abfließen aus derselben zurückläßt. Dieses wurde dann wie durch ein Vacuum in der Kammer festgehalten.

Das Schließen und Oeffnen der Verbindungskanäle der Kammer mit dem Reservoir und dem Kessel geschah gewöhnlich durch Hähne. Bei manchen Apparaten bestand das Ganze nur aus einem einzigen Hahne, der die Kammer in seinem Körper

1) Hr. Gurney leitet an seiner patentirten Speisevorrichtung in dem Momente, wo das Wasser der Kammer in den Kessel abfließen soll, durch ein Nebenrohr zugleich Dampf in den obern Theil der Kammer. Er verhütet dadurch die Störung, die das Einströmen der Dämpfe von unten durch die Wasserabflußöffnung in die Kammer verursacht, das Wasser kann daher ungehindert und ohne Zeitverlust in den Kessel abfließen.

Digitized by Google

enthielt und mit seiner Seitenöffnung abwechselnd bald vor eine mit dem Reservoir verbundene Oeffnung, bald vor eine andere in den Kessel führende gedreht wurde, die die Büchse enthielt, worin er sich drehte. Herr Oberbergrath Henschel in Cassel [1]) hat eine flache Büchse versucht, welche durch Steuerung wechselsweise von dem Kessel abgeschnitten und mit Wasser gefüllt, und dann wieder mit demselben in Verbindung gebracht wurde, und ihn bis zum gemeinschaftlichen Niveau grade nur das Fehlende an Wasser ersetzte. Er sagt aber nicht, ob seine Büchse selbst sich gedreht habe, was mir wahrscheinlich ist.

Alle diese Apparate sind bis jetzt noch von geringem Erfolge gewesen, und so oft man sie auch wieder hervorgesucht, und aus der Vergessenheit zu ziehen bemüht gewesen ist, sind sie doch immer von Neuem vom Schauplatze wieder abgetreten. Eine Ursache ihres Mißlingens ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, daß man Hähne und andere auf einander reibende Metallflächen dazu angewandt hat, die wegen der Einwirkung des Wassers, das häufig Niederschläge in und zwischen selbige absetzt, so wie wegen des immerwährenden Wechsels der Temperatur, durch abwechselnde Füllung der Kammer mit heißen Dämpfen und kaltem Wasser veranlaßt, bald ihren dichten Schluß einbüßen und wandelbar werden [2]). Ihre Abnutzung wird, wie leicht einzusehen, da aber um so bedeutender werden, wo ihre reibenden Flächen von großem Umfange sind. Dieserhalb haben diejenigen Hähne, deren Körper selbst die Kammer enthält, noch bis jetzt am wenigsten den Hoffnungen entsprechen wollen, die manche Mechaniker hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und ihres glücklichen Erfolges hegten.

Unsere bisher gewöhnlich angewandten Druckpumpen dürften also vor allen diesen Apparaten noch immer den Vorzug behalten, wenn man gleich nicht in Abrede stellen kann, daß der zu ihrer Ingangerhaltung nöthige, nicht ganz unbeträcht-

---

1) Vid. Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1819, Stück 4, S. 410.

2) Die Mängel solcher Hähne habe ich in Dingler's polyt. Journ. B. XXIX. S. 324 und 325 recht ausführlich angegeben.

Digitized by Google

liche Kraftaufwand ein Nachtheil sei, der jenen mehr abgeht. Würde indessen nur immer eine recht zweckmäßige Construction dieser Druckpumpen in Anwendung gebracht, die zu jeder Zeit auf eine zuverlässige Wirkung derselben rechnen ließe, so wäre wegen der Einfachheit dieser Apparate und wegen der Bequemlichkeit in der Anwendung derselben ein solcher Nachtheil gerne zu verschmerzen. Leider aber werden viele Druckpumpen noch sehr unvollkommen gebaut, aufgestellt und angewandt. Ich rechne zu den Unvollkommenheiten in ihrer Construction vorzüglich einen fehlerhaften Bau der Stempel und ihrer Stopfbüchsen, der Kolben und ihrer Cylinder, der Ventile u. s. w. Sind z. B. erstere schlecht abgedreht, nicht genau rund, die Stopfbüchsen zu weit und schlecht gepackt, die Cylinder nachlässig und ungleich ausgebohrt, und die Kolben mangelhaft geliedert, so daß Luft durch die Liederungen in die Pumpe dringen und ihre regelmäßige Wirkung stören oder gar aufheben kann; sind in den Stempelpumpen die in die Ventilkasten führenden Seitenöffnungen, statt oben, unten am Stiefel [1]) angebracht, so daß in die Pumpe eingedrungene Luft nicht wieder daraus entweichen kann; sind ihre Ventile nicht von Messing, sondern von Metallen gebaut, die sich stark oxydiren (z. B. von Eisen); sind selbige zu schwer, und erfolgt deshalb ihre Oeffnung nicht leicht genug, oder ist ihre Stellung unrichtig angeordnet; geben sie zu wenig Oeffnung, oder werden schlecht in ihrer Bewegung geleitet, und fallen deshalb unvollkommen in ihren Sitz ein; werden die Stiele derselben zu kurz gebaut, und schlottern in ihren Leitungen, oder kanten und ecken sich (dies gilt vorzüglich von dreieckigen Stielen), und setzen sich fest, oder gehen zu fleißig, so daß die geringsten Unreinigkeiten ihre regelmäßige Bewegung hemmen; oder sind endlich ihre Dichtungsflächen zu breit, oder zu wenig, oder zu viel konisch gearbeitet, oder sind keine Vorrichtungen an ihren Köpfen angebracht, wobei man sie bei

1) Man sehe hier die von mir gegebene nähere Bestimmung des Unterschiedes zwischen Stiefel, Cylinder, Stempel und Kolben in Dingler's polytechn. Journal B. XXVIII. S. 426 unten in der Note.

Digitized by Google

etwaigen Reparaturen fassen und ausheben oder drehen kann, wenn sie nach Verlust ihres dichten Schlusses wieder neu eingeschmirgelt werden müssen, kann man nicht mit Leichtigkeit und Bequemlichkeit zu ihnen; die eine stete Aufmerksamkeit erfordern, so wie überhaupt zu allen Theilen der Druckpumpen kommen, wenn sich Mängel in der Wirkung derselben bemerkbar machen: so darf man gewiß sein, daß Druckpumpen oft ihren Dienst versagen, und dann immer nur mit großem Aufwande von Mühe und Zeit in ihrer richtigen Wirkung wieder hergestellt werden können, wodurch der Gang der Dampfmaschine oft die schädlichsten Unterbrechungen erleidet. Zu den berührten Unvollkommenheiten gehören aber auch ferner noch eine fehlerhafte Höhe der Saugröhren, wodurch das Aufsaugen des Wassers in den Stiefel oder den Cylinder der Pumpe verhindert wird, vorzüglich wenn man Speisewasser von höherer Temperatur anwendet, wo das heiße Wasser bei dem, im innern Raume der Pumpe durch den Stempel- oder Kolbenhub verminderten Drucke, Dämpfe entwickelt, die die Leere trüben, und so den Saugproceß in der Pumpe, der atmosphärischen Luft ähnlich, vereiteln. Imgleichen kann man zu diesen Mängeln zählen: schlechte Seiher, deren Gewebe zu weit sind, und daher schädliche Unreinigkeiten durchlassen, oder zu enge Maschen haben, die sich leicht verlegen und verstopfen, oder solche Seiher, die eine unvortheilhafte Stellung haben, wobei alle sich vor denselben anhäufenden Unreinigkeiten daran hängen bleiben. Als einen sehr wenig beachteten, aber sehr wichtigen und einflußreichen Fehler an den Speisepumpen muß ich wiederholt die oben gerügte schlechte Lage der von dem Pumpenstiefel der Stempelpumpen in die Ventilkasten führenden Oeffnungen, wodurch in die Pumpe eingedrungene Luft an ihrer Entweichung aus derselben verhindert wird, anführen, um zu bemerken, daß die vielfältig zur Abhülfe ihrer Nachtheile empfohlenen, und gleich unter der Stopfbüchse des Stempels angebrachten Luftablassungshähne durchaus ihren Zweck verfehlen, wenn sie nicht während des Drückens des Stempels in Thätigkeit gesetzt, d. h. geöffnet werden, indem ihre Oeffnung während des Saug-

Digitized by Google

processes in der Pumpe das Eindringen von Luft mehr begünstigen als aufheben würde. Da ein richtiger Gebrauch dieser Hähne unter solchen Umständen manche Schwierigkeiten für gewöhnliche Maschinenwärter haben dürfte, so ist eine richtige Stellung jener in die Ventilkasten führenden Oeffnungen als Radicalkur doppelt zu empfehlen, und werden in der Folge die gehörigen Fingerzeige darüber gegeben werden [1]).

Abgesehn von solcher fehlerhaften Construction der Druckpumpen bewirken aber auch noch viele andere zufällige und nicht zufällige Ursachen Störungen in der Function derselben. Dahin gehören vorzüglich Unreinlichkeit der sie bedienenden Arbeiter, die theils nicht oft genug die Pumpen nachsehen und reinigen, theils das von denselben in den Kessel zu fördernde Wasser nicht schützen vor Sand, Staub, Säge- und Feilspänen, Stroh und andern fremden schädlichen Körpern, so wie vor dem Heere aller jener Schädlichkeiten, die man unter die allgemeine Categorie des Schmutzes stellt. Ferner muß zu denselben gerechnet werden unabänderliche Unreinlichkeit der Lokale, worin die Dampfmaschinen aufgestellt sind und arbeiten, und Schwängerung ihrer Räume mit schädlichen, mechanisch oder chemisch auf das Speisewasser und die Pumpen einwirkenden Bestandtheile, wie solches in Cementfabriken, Gipsmühlen, Glasschleifereien, Loh- und Sägemühlen ꝛc. der Fall ist; mehr als diese aber noch schlechtes, sehr hartes, eisenhaltiges, saures oder viel Schmutz und erdige Bestandtheile mit sich führendes, oder mooriges Wasser, von welchem manches zugleich chemisch nachtheilig auf die Metalle der Druckpumpe einwirkt, diese anfrißt, oder schädliche Niederschläge in denselben absetzt, die die Röhren und Ventile derselben verschlammen und die Dichtigkeit des Ganges der letztern aufheben. Gegen diese beiden nützen nicht

---

1) Ich kann zur nähern Betrachtung und Würdigung der hier angeführten Fehler der gewöhnlichen Speiseapparate meine oben angeführte, im Dingler'schen polytechnischen Journale Bd. XXIX. S. 321 gelieferte Abhandlung, in welcher selbige ausführlich bezeichnet werden, nicht genug empfehlen.

Digitized by Google

einmal gute Seiher, nur eine stets gespannte Aufmerksamkeit auf die Druckpumpe kann hier Hülfe schaffen [1]).

b) Sicherheitsventile oder Sicherheitsapparate.

Auch die Sicherheitsventile findet man vielfältig mangelhaft gebaut. Einen Hauptfehler begeht man bei ihrer Construction, wenn man ihre Dichtungsfläche sehr breit aufsitzend macht. Dieser Fehler hat den großen Nachtheil, daß bei Oeffnung der Ventile der Dampf, im Zwischendringen zwischen ihren Kegel und Sitz, auf eine bedeutend größere Fläche wirkt, als diejenige Grundfläche ist, die beim Schlusse des Ventils den Dämpfen ausgesetzt ist. Auf diese Weise schließen sich diese Ventile nach ihrer durch die Dämpfe bewirkten Oeffnung nicht eher wieder, als bis der Dampfdruck im Kessel bedeutend unter den Normaldruck gesunken ist. Ich habe häufig beobachtet, daß unter solchen Umständen der Dampfdruck um mehr als 2 Atmosphären vermindert wurde. Beim Vorhandensein eines guten Manometers kann man hierüber leicht Licht erhalten.

Als ein anderer Fehler der Sicherheitsventile verdient der Umstand Erwähnung, daß man sie häufig von Eisen anfertigt. Dergleichen Ventile rosten leicht ein und bleiben fest stecken, wie ich mich selbst verschiedene Male in England überzeugt habe [2]). Dem Steckenbleiben und Ankleben sind indessen auch oft, jedoch seltener als eiserne, messingene Ventile ausgesetzt, und dieserhalb ist sehr zu rathen, daß man jedes Sicherheitsventil dann und wann an seinem Hebel etwas lüfte, um sich von seinem Zustande zu überzeugen. Bei Befolgung dieser Regel bedarf es keiner 2 Sicherheitsventile auf einem Kessel, einer Maaßregel, die, als die größte Sicherheit gewährend, so häufig empfohlen, ja sogar in manchen Staaten gesetzlich vorgeschrieben

---

1) Auch über diese Schädlichkeit sehe man die eben angeführte Abhandlung nach.

2) Eines solchen Falles erwähnt Murray im Mechan. Magazine, N. 862, wo er von den Explosionen der Dampfkessel spricht (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXXVI. S. 153 oben). Er fand am Sicherheitsventile eines der nach Nordamerika gehenden großen Dampfschiffe statt. Das Ventil mußte durch starkes Schlagen mit einem Hammer gelöset werden.

Digitized by Google

iſt, die aber dadurch wieder allen practiſchen Werth verliert, daß man eins dieſer Ventile unter Schloß zu verwahren anordnet, wo jenes öftere und durchaus nöthige Lüften völlig unmöglich, das Ventil daher auch leicht unbrauchbar wird. Woher das Ankleben bei den Sicherheitsventilen komme, iſt mir oft unbegreiflich geweſen. Wahrſcheinlich ſind aber Beſtandtheile im Waſſer Schuld, die mit den Dämpfen zum Ventil herausgeriſſen werden, und beim Antrocknen eine klebrige bindende Beſchaffenheit annehmen. Am häufigſten ſahe ich das Ankleben der Ventile nach einem zu ſtarken Oeffnen derſelben mit der Hand, wobei gewöhnlich etwas Waſſer des Keſſels mit herausſpritzt, vorzüglich in dem Falle, wenn das Waſſer Kartoffeln oder Moorſchlamm oder Thon beigemengt enthielt. Man hat überaus wunderbare und unglaubliche Geſchichten von dieſem Ankleben der Ventile erzählt, und noch viel wunderbarere Hypotheſen über die Urſache deſſelben aufgeſtellt [1]). In den meiſten Fällen wird die Sache bei näherer und unbefangener Beobachtung und Prüfung viel vom Wunderbaren verlieren.

Die Erfindung der Sicherheitsventile war eine der wichtigſten im Felde der Dampfmaſchinen. Da die Engländer alle großen und einflußreichen Erfindungen ſich gerne zueignen, ſo iſt es nicht zu verwundern, daß ſie auch dieſe Erfindung für ſich in Anſpruch nehmen. Ob Papin der wirkliche Erfinder

1) Perkins hat, wahrſcheinlich auf Veranlaſſung von Clement's Beobachtungen des Andrückens flacher Scheiben gegen die Dampföffnungen im Keſſel, viel über die Urſachen des Anklebens der Sicherheitsventile gefabelt (vid. London Journal of arts, Jul. 1827 pag. 275 — Dingler's polyt. Journ. B. XXVI. S. 92). Verſuche, die im Auftrage des Finanz-Departements der vereinigten Staaten von einer Commiſſion des Franklin-Inſtitutes in Penſylvanien über die Exploſionen der Dampfkeſſel angeſtellt wurden, haben jedoch ſeine Hypotheſen genügend widerlegt (vid. Mechan. Magazine, N. 666 etc. — Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 339 seq.). Einen merkwürdigen Fall vom Ankleben des Sicherheitsventils, durch den Herrn Calhoun, Mechaniker auf dem Dampfboote Legislator auf dem Hudſon beobachtet, erzählt das Mechan. Magazine, N. 368, 28. Aug. p. 443. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXVIII. S. 242, und habe ich oben ſeiner ſchon einmal erwähnt.

Digitized by Google

derselben sei, ist nicht ganz bestimmt ausgemacht, daß er jedoch der erste war, der Dämpfe von höherm Drucke anwandte, und in dessen hinterlassenen Erfindungen des Sicherheitsventils zuerst Erwähnung geschieht, ist nicht zu bestreiten.

Konische Sicherheitsventile mit Hebel und Gewichten scheinen mir für Hochdruckmaschinen immer die zweckmäßigsten zu sein, vorzüglich wenn sie so eingerichtet sind, daß die Gewichte vermittelst einer Stellschraube in ihrer Stellung befestigt werden können. Diejenigen mit Federn, deren man sich an den jetzigen Locomotiven bedient, können mir nicht gefallen. Sind die Federn von Stahl, so rosten sie leicht und lassen dann in ihrer Wirkung nach; dasselbe thun die messingenen. Auch verlieren beide in der Hitze viel an Spannkraft, in welchem Falle dann das durch sie gehaltene Maaß unsicher und unzuverlässig wird.

Herr Emil Köchlin äußert sich in seinem Berichte über die schmelzbaren Scheiben und Sicherheitsventile der Dampfkessel [1]) sehr nachtheilig über die konischen Ventile, als hielten sie nur immer eine sehr kurze Zeit dampfdicht, und müßten alle Augenblicke, fast alle 8 Tage neu abgedreht und eingeschmirgelt werden. Ich habe dergleichen, selbst bei sehr hohem Drucke, nie beobachtet, und müssen in den Fällen, die er meint, besondere Umstände wirksam gewesen sein. Vielleicht spricht er an der angeführten Stelle auch nicht von Kegelventilen, sondern von flach aufsitzenden. Letztere sollten für immer verbannt werden; denn sie sind, wie die Erfahrung lehrt, nicht nur am meisten dem Ankleben unterworfen, sondern müssen auch größere Dichtungsflächen haben als die Kegelventile, weshalb sie in den oben zuerst berührten Fehler mehr als diese verfallen. —

Ueber die schmelzbaren Scheiben, den Edward'schen Dampfmesser mit anmeldender Glocke, wenn die Dampfspannung zu hoch steigt, und dem Perkins'schen Sicherheitssacke habe ich früher schon das Nöthige gesagt. Die Vorrichtung von

1) Bulletin de la société industrielle de Mulhaus, N. 48.

Digitized by Google

Galy Cazalat [1]) gehört in die Categorie der schmelzbaren Pfropfen, die v. Reichenbach schon vorschlug. Sie scheint mir zu künstlich, und darum nicht zuverlässiger als andere Sicherheitsapparate zu sein. Auch dürfte sie durch den Kesselstein bald verdorben und unthätig gemacht werden [2]).

In Frankreich hat die société d'encouragement pour l'industr. nationale seit längerer Zeit einen Preis auf eine ganz genügende Vorrichtung zur Sicherung der Dampfkessel ge-

---

1) Bulletin de la société p. l'industr. nat. Dec. 1833, pag. 559. — Dingler's polytechn. Journ. B. XL. S. 253, B. LXIV. S. 241.

2) Verschiedene unnöthige Künsteleien an Sicherheitsventilen und Sicherheitsapparaten sehe man:

Register of arts, Octob. 1830 pag. 154. Decemb. 1830 pag. 197.

Bulletin de la soc. d'encour. p. l'Ind. nat. Decemb. 1832 p. 452. Mars 1837 p. 92.

Echo du monde savant, N. 285.

Temps, Jul. 17. 1836.

Memorial encyclopédique, Jan. 1837 p. 26.

Mechan. Magazine, N. 734, ferner 809 p. 330.

Civil engineers and architects Journal, Mai 1841, p. 154.

Dingler's polytechn. Journ. B. XXXIX. S. 161, XLIII. S. 180, XLVIII. S. 327, LXI. S. 476, LXIV. S. 70 u. 242, LXVI. S. 248 u. 324, LXVII. S. 72, LXXIII. S. 9, LXXXI. S. 18.

Offenbar schädlich sind nach meiner Ueberzeugung alle diejenigen derselben, die bei zu niedrigem Wasserstande im Kessel Dampf aus demselben austreten lassen.

Zu diesen Künsteleien mögte ich auch noch das Quecksilberbarometer von Henri rechnen (Bulletin de la soc. industr. de Mulhaus, N. 23, p. 260 — Dingler's polyt. Journ. B. XLVII. S. 81). Die Quecksilbersäule, die bei zu großer Dampfspannung übertritt, öffnet einen Hahn am Kessel, der den überflüssigen Dampf herausläßt. Er paßt auch schon bei Kesseln mit höherm Drucke gar nicht, weil das Queckfilberbarometer dabei eine unausführbare und unbequeme Höhe erreichen würde.

Ueber M'Ewens Queckfilbermanometer, der sowohl als Indicator des Dampfdrucks, wie als Sicherheitsventil dient, sehe man Mechan. Magazine N. 875 und Dingler's polyt. Journ. B. LXXVII. S. 156.

Chauffenot hat einen Sicherheitsschwimmer empfohlen, der bei zu sehr gesunkenem Wasserspiegel Lärm macht (Bulletin de la société d'encour. p. l'ind. nat. Jun. 1840, p. 197. Dingler's polyt. Jour. B. LXXVIII. S. 246).

Digitized by Google

gen Explosionen ausgesetzt. Die Erfindung eines solchen Apparates würde aber eine genaue Kenntniß aller Ursachen der Kesselexplosionen voraussetzen, die uns auf der jetzigen Stufe unserer Kenntnisse leider noch ganz fehlt, indem fast alles, was wir darüber sagen können, sich auf bloße Hypothesen gründet. Daß Maaßregeln, die eine zu hohe Steigerung des Dampfdrucks allein verhüten, nur sehr einseitige Hülfe versprechen, habe ich früher schon erörtert. Gewiß hätte die Societät zweckmäßiger gehandelt, wenn sie einen Preis auf einen Kessel ausgesetzt hätte, der bei etwanigem Zerspringen keine Gefahr verbreite. Dann hätte sie den Baum bei der Wurzel angegriffen, und es wäre ganz gleichgültig geworden, was wir von den Explosionen der Kessel wissen oder nicht. Ist ein solcher Kessel erfunden, so kann man sich bei den bisherigen Sicherheitsmaaßregeln vollkommen beruhigen, vorzüglich wenn man zugleich darauf Rücksicht nimmt, rechtliche und aufmerksame Maschinenwärter zu halten. Diese Leute gewähren, wenn sie ihren Beruf verständig, treu und gewissenhaft erfüllen, mehr Sicherheit als alle noch so fein ausgesonnenen Apparate. Fehlt es ihnen nicht an Beobachtungsgabe, so können sie alle Erscheinungen an der Maschine leicht gegen einander abwägen und würdigen, und daraus Schlüsse über den jedesmaligen Zustand der Dampfentwicklung und den Druck der Dämpfe im Kessel ziehen, wobei sie ein Manometer am sichersten leitet und unterstützt. Die Hauptsache ist nur, daß sie ihre Maschinen lieb gewinnen, recht vertraut mit ihnen werden, und eben so sehr darnach streben, sie durch eine zweckmäßige Behandlung auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit zu bringen, als in der Größe ihres Effectes, in der Schönheit ihrer Form, in der Reinlichkeit ihrer Theile und ihres ganzen Aeußern ihr größtes Vergnügen und ihren Stolz zu finden. Das Lob ihrer Maschine muß sie eben so sehr begeistern, als ihr Tadel niederschlagen [1]). Solche Ma-

1) Mit wahrer Freude habe ich immer das außerordentliche Interesse bemerkt, welches jeder Maschinenwärter in England an seiner Maschine nimmt. Sie ist sein Stolz, seine Freude, ihr Lob begeistert ihn, während er dem

Digitized by Google

schinenwärter wird sich aber nur derjenige Besitzer einer Dampfmaschine erwerben und erhalten, der selbst wahrhaftes inniges Interesse für seine Maschinen fühlt, sich selbst um ihre Pflege und Wartung bekümmert, und so in Allem dem Maschinenwärter mit gutem Beispiele voranleuchtet.

Man hat auch Sicherheitsventile mit Kolben angewandt. Ein geliederter Kolben, mit einem, für den beabsichtigten Druck berechneten Gewichte belastet, bewegt sich in einem Cylinder, der am obern Ende eine allmählige Erweiterung hat. Die Kolbenstange geht nach oben durch eine Leitung und enthält das Gewicht. Geht der Dampfdruck über den gesetzlichen Grad, so tritt der Kolben in die Erweiterung des Cylinders, und der Dampf gewinnt nun Spielraum zu entweichen. Der verschiedene Zustand der Kolbenliederung dürfte bei diesem Instrumente aber ein Schwanken in den Resultaten herbeiführen. Ich sahe eine solche Sicherheitsvorrichtung in London an einer das Gebläse der Jeffry'schen Eisengießerei betreibenden kleinen Dampfmaschine von 3 Pferdeskräften.

Thermometer nützen als Sicherheitsapparate für Hochdruckmaschinen nur dann, wenn sie fleißig beobachtet, und die Erscheinungen daran mit denen der andern Vorrichtungen oft zusammengestellt und verglichen werden. Für sich sind sie weder richtige Anzeiger des Dampfdrucks im Kessel, da Dämpfe von niederm Drucke mit Wärmestoff übersättigt werden können, noch zuverlässige Vorherverkünder anderer Gefahren. Nach meiner Ansicht können sie sehr füglich entbehrt werden, zumal da sie sehr zerbrechliche Werkzeuge sind, und wegen ihrer nothwendigen Einsenkung in die Kessel selbst einer besonders genauen Beaufsichtigung und vorsichtigen Behandlung bedürfen.

c) Vorrichtungen, um die Spannung der Dämpfe im Kessel zu controlliren.

Als solche gelten bei den Hochdruckmaschinen vorzüglich

Tadler mitleidig über die Achseln sieht. Dieses warme und lebhafte Interesse führt aber auch gewöhnlich zur Uebertreibung der Vortheile der Maschine, weswegen man den Aussagen der Maschinenwärter über den Effect und Brennmaterialverbrauch derselben selten viel Glauben schenken darf.

Digitized by Google

die Manometer, mit deren Einrichtung jeder bekannt sein dürfte. Sie sind, einmal geprüft, ziemlich zuverlässige, und für den Heizer durchaus unentbehrliche Werkzeuge, da er seine Heizung dem jedesmaligen Zustande des Dampfdrucks im Kessel in dem Grade anzupassen hat, daß der gesetzliche Druck möglichst erhalten, wenigstens nie überschritten, und so die Dampfverschwendung vermieden werde, die das Oeffnen des Sicherheitsventils zur Folge hat. Zu bedauern ist, daß bei den Hochdruckmaschinen nicht diejenigen gewöhnlichen Queckſilber-Dampfmeſſer angebracht werden können, die an den Kesseln der Maschinen mit niederm Drucke im Gebrauche sind. An Hochdruckmaschinen von höherm Drucke würden nämlich die Schenkel solcher Instrumente eine sehr unbequeme Länge erreichen, und sich von Glas schwerlich herstellen lassen. Herr de Pambour hat sie dessenungeachtet neuerdings wieder bei den Locomotiven empfohlen, und auch daran wirklich in Anwendung gebracht, was indessen an den englischen Locomotiven in so ferne erklärlich wird, als diese Maschinen nur mit einem sehr mäßigen Drucke arbeiten. Daß die gewöhnlichen Queckſilbermaaße sicher wirken und weniger leicht in Unordnung kommen, als die Manometer, ist nicht zu verkennen. Bei letztern ist es nämlich ein großer Uebelstand, daß die über dem Queckſilber im Rohre enthaltene atmosphärische Luft so leicht entweicht, wenn bei Erkaltung des Kessels eine Leere in demselben entsteht. Es ist dieser Umstand nicht anders zu verhüten, als daß man das vom Kessel zum Manometer führende Rohr beim Stillstande der Maschine gleich am Manometer entweder durch einen Hahn abschließt, oder den Kessel mit einem Luftventile versieht.

Man hat vielfältig Meßinstrumente für den Druck der Dämpfe im Kessel empfohlen, die nach dem Principe einer Schnell- oder Federwage erbaut sind. Auf die Schnell- oder Federwage wirkt ein kleiner, sich dampfdicht in einem Cylinder bewegender Kolben, welcher dem Dampfdrucke im Kessel ausgesetzt ist. Je stärker der Druck im Kessel wird, um so mehr steigt der Kolben, und um so höher treibt er das Gewicht der Schnellwage, oder um so stärker drückt er die Feder der Feder-

Digitized by Google

wage zusammen. Ein Zeiger an dem Instrumente zeigt die verschiedenen Druckgrade an. Herr Perkins hat in neuerer Zeit diese unvollkommene Vorrichtung wieder aufgewärmt, sie aber weder von den alten Fehlern befreit, noch wahrhaft verbessert. Unmöglich ist aber Genauigkeit in der Wirkung eines Instrumentes zu erwarten, an welchem der verschiedene Zustand des Kolben, ob er fest oder lose gepackt, also mehr oder weniger Reibung verursache, einen so veränderlichen Einfluß übt. Ich konnte am Perkins'schen Apparate dieser Art, wie ich schon im Dingler'schen polyt. Journale B. XXVII. S. 356 oben erzählt habe, den Zeiger bedeutend, oft um mehrere Atmosphären, vorwärts oder rückwärts stellen, ohne daß er in seine vorige Stellung zurückgegangen wäre. Herrn Perkins mogte diese Ungenauigkeit nun freilich sehr gelegen kommen, in so ferne seine Aufschneidereien hinsichtlich des in seinem Generator waltenden Dampfdrucks durch das Instrument nun nicht verrathen wurden.

d) Eine eben so wichtige Rolle als die Dampfdruckmeßinstrumente spielen bei den Hochdruckmaschinen die den Wasserstand im Kessel controllirenden Apparate. Da nämlich die meisten Explosionen, nach der jetzt fast allgemein angenommenen Ansicht, durch einen zu niedrigen Wasserstand im Kessel herbeigeführt werden, so kann dieser Wasserstand gar nicht genau genug angezeigt werden. Man hat zu diesem Zwecke ein Heer von Vorrichtungen vorgeschlagen und angewandt. Unter diesen sind die sogenannten Probehähne die unvollkommensten Apparate. Ihre Anordnung dürfte höchstens bei Maschinen mit niederm Drucke zu entschuldigen sein. Bei diesen sind sie aber auch fast allgemein noch im Gebrauche, vorzüglich in England. Bei höherm Drucke geben sie durchaus keine sichere Anzeige des Wasserstandes im Kessel. Da nämlich das Wasser eines Hochdruckdampfkessels bei aufgehobenem Drucke sich zum großen Theil in Dampf verwandelt, so tritt das durch den untern Probehahn dem Kessel entzogene Wasser so mit Dämpfen vermischt heraus, daß es in vielen Fällen sehr zweifelhaft bleibt, ob man Wasser oder Dampf

Digitized by Google

vor ſich habe. Eben ſo erhebt ſich der Waſſerſpiegel bei Oeffnung des obern Hahnes in Folge des örtlich aufgehobenen Druckes im Keſſel leicht kegelförmig bis zur innern obern Hahnenöffnung und Waſſer ſtrömt mit Dämpfen vermiſcht heraus, wenn der Waſſerſtand im Keſſel auf regelmäßiger Höhe ſich befindet [1]). Auch in dieſem Falle bleibt der Beobachter den nämlichen Zweifeln überlaſſen. Außerdem wird das aus dieſen Probehähnen hervordringende Fluidum, gleichviel, ob Dampf oder Waſſer, leicht Urſache des Brühens nahe ſtehender Menſchen, auch verunreinigt es die Keſſelſtube und bringt ſchädliche Feuchtigkeit in den Maſchinenraum, nicht zu gedenken der Unbequemlichkeit, daß Probehähne nur durch Anwendung einer mit einiger Geſchicklichkeit auszuführenden Manipulation den Waſſerſtand erſt anzuzeigen angeregt werden müſſen, während ein Blick auf Schwimmervorrichtungen und Glasröhren hinreicht, um über denſelben in jedem Augenblicke die genanſte Auskunft zu erhalten [2]).

Außer den Probehähnen laſſen ſich alle den Waſſerſtand in den Keſſeln anzeigenden Apparate füglich auf 2 Hauptvorrichtungen zurückführen, auf die der Schwimmer und die der Glasröhren. Bei erſteren giebt irgend ein auf dem Waſſerſpiegel des Keſſels ſchwimmender Körper, der mit dieſem ſteigt und fällt, auswendig am Keſſel ein Merkmal ſeines jedesmaligen Standes, bei letzterm ſtellt aber ein, an der Seite des Keſſels in der Höhe des geſetzlichen Waſſerſtandes aufrecht ſtehend angebrachtes Glasrohr, das oben mit dem Dampfraume, unten mit dem Waſſerraume des Keſſels in Verbindung ſteht, und worin das Waſſer mit dem im Keſſel enthaltenen ſich

1) Dieſer Gegenſtand iſt durch diejenigen Verſuche, die im Auftrage des Finanz-Departements der vereinigten Staaten von einer Commiſſion des Fränklin-Inſtitutes in Penſylvanien über die Exploſionen der Dampfkeſſel angeſtellt wurden, völlig an's Licht geſtellt worden. (Mechan. Magazine N. 666. etc. — Dingler's polyt. Journ. B. LXI. S. 335.)

2) Sehr treffende Bemerkungen über die Unzuverläßigkeit der Probehähne macht Peale (Repertory of Patent. invent. Sept. 1832. p. 186. — Dingler's polyt. Journ. B. XLVI. S. 86.) imgleichen Chaussenot (Bulletin de la soc. d'encourag. p. l'industr. nat. Jun. 1840, p. 197. Dingler's polytechn. Journ. B. LXXVIII. S. 243.)

Digitized by Google

also in's Niveau stellt, einen Anzeiger für den jedesmaligen Wasserstand. Beide Vorrichtungen haben ihre Vortheile und Mängel, zu welchen letztern bei den Schwimmern ihre bisherige geringe Empfindlichkeit und große Ungelenkigkeit, bei den Glasröhren ihre Zerbrechlichkeit[1]), ihr leichtes Zerspringen bei schnellem Temperaturwechsel, und der Uebelstand, daß sie nach längerm Gebrauche leicht undurchsichtig werden, gerechnet werden können. Die Mängel der in neuerer Zeit selbst an den Locomotiven sehr in Aufnahme kommenden Glasröhren hat indessen Herr Meier in Mühlhausen etwas vermindert, indem er die Röhren theils mit einem zweiten Glasrohre umgiebt, welches sie vor zerstörenden Schädlichkeiten, namentlich vor bedeutenden Abwechselungen der Temperatur der Luft, vorzüglich vor kalter Zugluft schützt, theils das Undurchsichtigwerden der innern Wände der Röhren durch eine sehr einfache Vorrichtung verhütet[2]). Zu bedauern ist nur, daß diese Apparate dadurch complicirter und theurer geworden sind, ohne, strenge genommen, doch den Vorwurf der Zerbrechlichkeit weniger zu verdienen, da ein zerbrechlicher Körper durch einen andern gleich zerbrechlichen nicht viel geschützt werden dürfte, wenn größere Gewaltthätigkeiten auf ihn einwirken. Glasröhren können in ihrer Wirkung aber auch leicht unzuverlässig werden, wenn die dieselben mit dem Kessel verbindenden Röhren, vorzüglich das untere, bei Unreinigkeiten im Wasser sich verstopfen. Man hat viel Gewicht darauf gelegt, diese Röhren mit Abschlußhähnen zu versehen, um bei etwanigem Springen der Glasröhren das Hervordringen des Wassers und der Dämpfe des Kessels

1) Herr Professor Schubert in Dresden (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXXV, S. 1.) leugnet die Zerbrechlichkeit der Glasröhren bei Veränderungen der Lufttemperatur und bei kalter Zugluft. Er sagt, daß sie beide schädliche Potenzen sehr wohl ertragen, wenn sie fehlerfrei sind, (namentlich im Glase derselben keine Längsrisse vorkommen) und sie vorher an Ertragung einer höhern Temperatur gewöhnt werden, auch die von ihm angegebene Befestigung in den Knieröhren erhalten.

2) Man findet diese verbesserten Meierschen Glasröhren beschrieben und abgebildet im Bulletin de la société industrielle de Mulhaus. N. 57. und Dingler's polyt. Journ. B. LXXII. S. 81.

Digitized by Google

verhindern zu können. Ich mögte doch aber sehen, wie jemand es möglich machen wollte, dieses in dem mit fürchterlicher Gewalt hervordringenden Dampf- und heißen Wasserbrudel, der den Kessel und alle seine Apparate blitzschnell allen Blicken entzieht, auszuführen, ohne sich zu verbrennen. Die Schwimmer sind einfachere Instrumente als die Glasröhren, und wenn ihre alten Mängel beseitigt werden, nicht leicht Unfällen unterworfen. Ich habe sie in meiner Praxis immer als die besten und zuverlässigsten Apparate erfunden, seit es mir gelang, ihnen eine bessere Construktion zu geben. Bei der alten Einrichtung hängen die Schwimmer an dicken Drähten, die durch Stopfbüchsen aus dem Kessel gehen, und oben an einem Ende eines Wagebalkens eingelenkt sind, an dessen anderm Ende ein Gegengewicht von solcher Schwere hängt, daß es den Stein des Schwimmers schwimmend erhält. Diese Einrichtung erschwert aber ihre Bewegung und ihr freies Spiel. Die dicken Drähte, vorzüglich die eisernen, verursachen in der Stopfbüchse eine große Reibung, da sie durch die Feuchtigkeit, der sie immer ausgesetzt sind, bald zu rosten anfangen, und die Schwimmer besitzen nicht Bewegungsmoment genug, um diese große Reibung zu überwältigen, da dieses nur auf die Differenz ihres specifischen Gewichts und das des Wassers beruht, wenigstens müssen sie von bedeutender Größe genommen werden, wenn sie gehörig wirksam werden sollen, was bei Röhrenkesseln mit kleinen Recipienten nicht ausführbar ist. In der Folge werde ich die von mir verbesserte Einrichtung der Schwimmer ausführlich angeben[1]).

1) Herr Schlumberger in Mühlhausen hat die Schwimmer schon bedeutend verbessert, ihnen wenigstens eine größere Gelenkigkeit und Empfindlichkeit gegeben. Vid. Bulletin de la société industrielle de Mulhaus. N. 60. — Dingler's polyt. Journal B. LXXV. S. 249. Er befestigt den Hebel des Schwimmers an eine kleine liegende Welle, die sich innerhalb einer auf dem Kessel angeschrobenen Büchse dreht, und durch die Seitenwand derselben dampfdicht durchreicht. Die Dichtung derselben ist durch eine Stopfbüchse bewerkstelligt. Außerhalb der Büchse trägt die Welle einen Zeiger, der an einem Gradbogen den Wasserstand anzeigt, zuweilen auch das Gegengewicht für den Schwimmer.

Digitized by Google

Es ist sehr wichtig, von welchem Materiale die Schwimmer genommen werden. Anfangs versuchte ich hohle kupferne Körper. Diese fand ich aber, da ich das dazu verwandte Kupferblech nicht stark genug nehmen konnte, ohne ihrer Schwimmkraft zu nahe zu treten, öfter zusammengedrückt. Auch sind sie zu beweglich und leicht, folgen jeder, selbst der kleinsten Wellenbewegung im Wasser, und sind daher in einer immerwährenden oscillirenden Bewegung begriffen, was ihre Beobachtung sehr stört. Von einem guten Schwimmer wird aber verlangt, daß er nicht jeder unbedeutenden Bewegung im Wasser des Kessels Folge leiste, sondern in der Linie des Wasserspiegels genau stehe, und sich darauf ruhig halte. Dies thun Steine am ersten, und daher sind sie hohlen Körpern in jeder Weise vorzuziehen. Daß ein Theil ihres Gewichts in allen Fällen durch ein Gegengewicht aufgehoben werden müsse, um sie im Wasser schwimmend zu erhalten, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Ich habe es bei meinen Hochdruckmaschinenkesseln ganz aufgegeben, durch die Schwimmapparate zugleich ihren Wasserzufluß oder ihre Speisung reguliren zu lassen, und zwar aus dem Grunde, weil ich die Erfahrung machte, daß die dazu dienenden Vorrichtungen bald unbrauchbar werden, und dann die Kessel in so ferne in große Gefahr setzen, als die meisten derselben in ihrer Wirkung gar nicht beobachtet werden können, indem sie innerhalb der Kessel angebracht sind. Läßt man die Schwimmer auf Regulirhähne wirken, so werden diese durch die Hitze und die Einwirkung des Wassers, was Niederschläge in sie absetzt, bald unbeweglich; das nämliche gilt von regulirenden Ventilen. Das Uebelste bei Anwendung solcher Künsteleien ist aber, daß die Maschinenwärter hinsichtlich der Speisung der Kessel nun in eine schädliche Sicherheit verfallen, und die Beobachtung des Wasserstandes und der Speisepumpe ganz außer Acht lassen. Immer habe ich gefunden, daß man es diesen Leuten nie zu bequem machen müsse, wenn man sie aufmerksam und thätig erhalten will. Wissen sie, daß der Wasserstand im Kessel sich selbst regulirt, so kümmern sie sich

Digitized by Google

auch nicht darum. Müssen sie aber oft den Stand des Schwimmers beobachten, und darnach die Arbeit der Speiseapparate accomodiren, so werden sie immer in einer regelmäßigen intellektuellen Thätigkeit erhalten, die verhütet, daß sie nicht selbst zur bloßen Maschine werden, und instinktmäßig wie Thiere arbeiten. Sie werden auf diese Weise, wenn beim Sinken des Schwimmers, und in Thätigkeit gesetzter Speisepumpe, in geraumer Zeit der Wasserstand nicht steigt, auch von selbst dahin geführt werden, der besagten Pumpe mehr Aufmerksamkeit zu schenken, wobei sie Mängel an derselben leicht entdecken, und ihnen bei Zeiten abhelfen können, ehe der Wasserstand auf eine gefährliche Tiefe sinkt.

Bevor ich meine Betrachtungen über die bisherigen Dampfkessel, vorzüglich die Hochdruckmaschinenkessel, und die dazu gehörigen Apparate schließe, habe ich noch einige Worte über das, in manchen Staaten sogar gesetzlich angeordnete Probiren der Kessel zu sagen.

Man scheint sich im Allgemeinen völlig sicher zu glauben, wenn man die Kessel vor ihrem Gebrauche einem dreimal größern hydraulischen Drucke aussetzt, als derjenige ist, dem sie bei der nachherigen Anwendung von den Dämpfen zu erleiden haben, und hat, vorzüglich bei Hochdruckmaschinenkesseln, großes Gewicht auf solche Proben gelegt. Ich muß aufrichtig gestehen, daß ich von je her diese Meinung sehr wenig getheilt habe, indem ich überzeugt bin, daß ein Kessel im heißen Zustande sich ganz anders verhalten werde, als im kalten; daß folglich eine Probe, die mit ihm im kalten Zustande vorgenommen ist, durchaus keinen sichern Schluß erlaube auf sein Verhalten in größerer Hitze. Nimmt man die Kessel immer von bestimmten und kleinen Durchmessern, richtet man die Stärke ihrer Wände so ein, daß sie auch für einen 6 bis 8fachen Druck noch genügen, wie es bei meinen Kesseln der erstern Art der Fall ist, baut man sie immer nach den nämlichen Grundsätzen, mit derselben Vorsicht, oder hat man sogar das höchste Ziel erreicht, daß selbst ein Zerspringen bei dem Kessel keine namhafte Gefahr herbeiführe, so werden solche Pro-

Digitized by Google

den ganz unnöthig, und in so ferne als sie den Kessel gleich einem überspannten Zustande aussetzen, der zuerst nicht bemerkbare, für den folgenden Gebrauch aber gefährliche, Ausdehnungen an demselben zur Folge haben kann, die nachherige Risse, Sprünge oder Brüche und Undichtheiten begünstigen, wenn die Hitze auf den Kessel einzuwirken beginnt, sogar schädlich. Uebrigens werden dergleichen Proben aber auch nur höchstens gegen solche Explosionen schützen können, die durch allmählig zunehmenden und zu hoch gesteigerten Dampfdruck entstehen, nicht aber Sicherheit da verbürgen, wo die Spannung der Dämpfe sich mit Blitzes Schnelle auf einen gefährlichen Grad erhebt, wie das beim Glühen einzelner Kesselpartien und nachherigem Drüberwallen von Wasser der Fall ist. Ueberhaupt tragen, wie mich dünkt, unsere polizeilichen Maaßregeln hinsichtlich der Dampfmaschinen und ihrer Kessel, (denn auch die Prüfung der letztern durch hydraulischen Druck ist, wie ich schon oben bemerkt habe, in manchen Staaten gesetzlich angeordnet), noch immer gar zu sehr den Charakter der Unreife und des Unpraktischen an sich. Wenn man bedenkt, daß sie oft von Leuten ausgehen, die Dampfmaschinen nur hinter dem Studirtische kennen lernten; so ist dies sehr erklärlich. Ein ganz genügendes Mittel, die Kessel vor ihrer Anwendung in Absicht auf ihre Haltbarkeit auf eine sichere und zuverlässige Weise zu probiren, was ganz allen Verhältnissen des Kessels angemessen sey, worunter er nachher arbeitet, giebt es nach meiner Meinnng nicht. Die Gewissenhaftigkeit und der Ruf der Rechtlichkeit der Maschinenbauer und aller derer Fabrikanten, die ihnen in die Hände arbeiten, so wie Fähigkeit, Talent für den Maschinenbau, und ein richtiger durch Erfahrung erworbener praktischer Tact auf Seite der erstern werden allein demjenigen, der Dampfmaschinen anschafft, für die Sicherheit seiner Maschinen Bürgschaft geben. Sie sicher und zuverlässig zu erhalten, fällt nach dem Empfange und der Ablieferung der Maschine auf des Besitzers Theil, in so ferne als er dafür zu sorgen hat, daß die Maschine gehörig bedient, und mit Sachkenntniß, Ordnungsliebe, Aufmerksamkeit und Interesse behandelt werde. Ist

Digitized by Google

es nöthig, polizeiliche Maaßregeln zu nehmen, so sollte man sie mehr richten gegen die Maschinenwärter als Maschinenbauer; denn dann würde man gewiß den Nagel auf den Kopf treffen. Hier fehlt viel, unendlich viel, und wird stets etwas zu wünschen übrig bleiben, vorzüglich seitdem der Branntwein immer wohlfeiler wird, und die Vergnügungsörter für Leute dieses Schlages immer zahlreicher werden.

Nachdem ich alle diese Bemerkungen über die Kessel der Hochdruckmaschinen und der dazu gehörigen Apparate vorausgeschickt, und den Leser auf den Standpunkt zu stellen versucht habe, worauf er die Grundsätze einigermaßen beurtheilen kann, von welchem kunstgemäße und vortheilhafte Verbesserungen ausgehen müssen, will ich zur Beschreibung meiner Kessel selbst übergehen. Man wird nun um so besser beurtheilen können, in wie ferne meine Einrichtungen Verbesserungen genannt zu werden verdienen oder nicht, und die Beweggründe besser zu würdigen verstehen, die mich bei ihrer besondern Anordnung leiteten.

Schon oben habe ich bemerkt, daß ich für meine Hochdruckmaschinen zweierlei Arten von Kesseln anwende. Die erste Art gilt vorzüglich für kleinere Maschinen von 1 bis zu 10 Pferdeskräften, die andere für größere. Beide sind Röhrenkessel und sollen nach der Reihe möglichst genau und erschöpfend beschrieben werden.

I.

Die erste Art besteht aus Röhren oder Cylindern von größern Durchmessern, die ich von Eisen- oder Kupferblech baue. Solcher Cylinder nehme ich nach Beschaffenheit der anzuwendenden Kraft mehr oder weniger, und von verschiedener Länge und verschiedenem Durchmesser, doch überschreite ich mit dem Durchmesser nie 1 Fuß. Ich bilde davon immer 2 Reihen, eine obere und untere, von denen die untere Reihe kleinere Durchmesser erhält. Zu diesen Durchmessern bleibt die Wanddicke

Digitized by Google

der Cylinder immer in einem bestimmten Verhältnisse, so daß sowohl für eiserne als kupferne Cylinder

bei 1 Fuß Durchmesser eine Wandstärke von $\frac{1}{4}$ Zoll
= 8 bis 9 Zoll = = = = $\frac{3}{16}$ =
= 6 Zoll = = = = $\frac{1}{8}$ =

gilt. Einen obern und einen untern Cylinder zusammen nenne ich eine Lage.

In Tab. I. Fig. 3. sieht man eine solche Lage im Ofen, und zwar in einem perpendiculären Längsdurchschnitte des letztern vorgestellt. (a) ist der obere, (b) der untere Cylinder.

Die Cylinder jeder Lage sind entweder vorne oder am hintern Ende des Kessels, am besten am vordern, durch ein kurzes aufrechtstehendes Rohr c mit einander verbunden. Dieses Rohr ist gewöhnlich 10 Zoll lang. Es muß bei größern Kesseln von 12 Fuß Länge 4 Zoll, bei Kesseln von 8 Fuß Länge 3 Zoll, bei kleinern von 6 Fuß Länge wenigstens $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser im Lichten haben. Gewöhnlich verschließe ich die Enden aller Cylinder, sowohl der obern als untern Reihe, durch starke gußeiserne Deckel, jedoch können diese Deckel auch nur an einem Ende derselben angebracht sein. Der bequemern Reinigung wegen ist erstere Einrichtung aber immer vorzuziehen. Die untern Cylinder (b) werden ganz mit Wasser gefüllt, die obern (a) halb. Die obere Hälfte der letztern enthält den Dampfraum. Man sehe hier Fig. 4. Hier sind (ab, cd und ef) drei Cylinderlagen im perpendiculären Querdurchschnitte. (a, c und e) bezeichnen hier die Dampfräume der obern Cylinder. Die Dampfräume sämmtlicher Cylinderlagen werden durch aufsteigende Verbindungsröhren (Fig. 5, g, h, i), die oben in ein quer über dem Kessel liegendes Dampfsammlungsrohr k übergehen, unter einander verbunden, die Wasserräume durch gleiche Röhren, (Fig. 6, l, m und n) die horizontal von dem untern Theile der Deckel der untern Cylinder auslaufen, und sich in ein gemeinschaftliches Rohr (o) vereinigen. Auf dem Dampfsammlungsrohre (k) befinden sich ein oder 2 Sicherheitsventile (Fig. 3 und 5, p) und der Zeiger (Fig. 1, p und 5, q) des Schwimmerapparates, der

Digitized by Google

den Wasserstand im Kessel anzeigt. An dem Verbindungsrohre o der Wasserräume ist ein Abzapfhahn (Fig. 6, r) angebracht. Die von jeder Lage in das Dampfsammlungsrohr (Fig. 5, k) führenden Verbindungsröhren lege ich so entfernt von obengenannter Röhre (c) als möglich, damit der aus den untern Cylindern kommende Dampf, der über der Mündung der Verbindungsröhren (Fig. 3, c) zwischen untern und obern Cylindern eine heftige Wallung im Wasser des obern Cylinders erregt, nicht Wasser in das Dampfrohr und die Maschine treibe. Dasselbe thue ich beim Schwimmer. Er muß nämlich dem Dampfbrudel über der Mündung jener Röhren (c) so viel möglich entrückt werden, damit er in ruhigem Wasser liege, und keine zu heftigen Schwankungen mache.

Das Wasser steht wegen der Wasserverbindung zwischen allen Cylinderlagen in diesen immer in völlig gleichem Niveau. Damit es bei Störungen in diesem Niveau sich möglichst schnell in alle Lagen vertheilen könne, müssen die Verbindungsröhren (Fig. 6, l, m, n und o) zwischen den untern Cylindern nicht zu eng, bei größern Kesseln 2 Zoll, bei kleinern $1\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weit sein.

Eiserne Cylinder lasse ich von Eisenblech zusammen nieten, kupferne mit Schlageloth zusammen löthen. Die Verbindungsröhren an den verschiedenen Cylindern werden in letztern jedoch auch eingenietet. Das Nieten der eisernen Cylinder wird ganz auf gewöhnliche Weise bewerkstelligt, aber mit großer Sorgfalt ausgeführt, damit die Cylinder gleich möglichst wasser- und dampfdicht ausfallen. Dies ist um so mehr nöthig, da Dämpfe von höherm Drucke sehr durchdringend sind, und aus den kleinsten Fugen ausströmen. Ich treibe nur immer eine Reihe Nieten, und diese nach gewöhnlich üblicher Weise, d. h. glühend, ein. Die Nietköpfe nehme ich stark und von größerem Durchmesser, und lasse auch die umzunietenden nach außen hervortretenden Enden derselben durch Stempel in eine hemisphärische Form gehörig breit austreiben. Auf diese Weise decken sie die Räume zwischen den Nieten in einem Grade, daß nur kleine Zwischenräume bleiben, und drücken so die Ränder beim Er-

Digitized by Google

kalten und Anziehen der Niete desto fester und dichter zusammen. Damit die Nietlöcher eine möglichst regelmäßige Form erhalten, und in beiden mit einander zu verbindenden Blechrändern möglichst genau über einander zu liegen kommen, bohre ich sie lieber, als daß ich sie vorher punzen lasse. Vor dem Bohren kann ich dann die Ränder schon möglichst dicht über einander legen und zusammenrichten, was die Arbeit sehr erleichtert und die Mühe des Bohrens einigermaßen vergütet. Je genauer die Nietlöcher in den zusammen zu nietenden Blechrändern auf einander treffen, desto vollkommener füllen die eingetriebenen Niete dieselben aus, und desto dichter wird der Schluß der Ränder auf einander. Bei viertelzölligen Blechen nehme ich die Niete $\frac{5}{8}$ Zoll stark, und setze sie, von Mittel zu Mittel derselben gerechnet, auf $1\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von einander ein.

Selten halten genietet eiserne Kessel trotz der sorgfältigsten Nietung sogleich dicht. Um sie, selbst für höhern Dampfdruck, vollkommen dicht herzustellen, wende ich verschiedene Maaßregeln an. Sind der Undichtheiten nur wenige, und sind selbige nur von geringem Belange, so fülle ich die Kessel mit Wasser, entleere sie dann wieder, während ich mir äußerlich die undichten Stellen gemerkt habe, und lasse sie nun 24—48 Stunden leer stehen. Die undichten Stellen rosten dann mehr oder weniger zusammen, und gewöhnlich werden die unbedeutendern schon nach dieser ersten Procedur, oder wenigstens doch nach 3 oder 4maliger Wiederholung derselben dicht. Bleiben alsdann noch größere Lecke nach, so bestreiche ich die Nietfugen oder Nietköpfe in der Gegend derselben mit dem bekannten Eisenkitte, (einem mit Wasser zu einem dicken Breie angerührten Gemische von Eisenfeile, Salmiak und Schwefelblumen [1]), trage

1) Einen solchen Eisenkitt bereitet man sich am besten auf folgende Weise: Man nimmt 16 Theile unverrosteter Eisenfeilspäne, 3 Theile gepülverten Salmiak und 2 Theile Schwefelblumen, mischt alle 3 Theile gut unter einander und hebt die Mischung in einer verstopften Flasche an einem trocknen Orte bis zum Gebrauche auf. Wenn man den Kitt nöthig hat, so nimmt man einen Theil dieser Mischung, setzt 12 Theile reiner Eisenfeilspäne zu, und feuchtet diese neue Mischung mit so viel Wasser, dem man

Digitized by Google

denselben aber so dünn als möglich in die Fugen ein, damit er das Eisenblech nicht zu sehr angreife, und sich nicht zu tief in dasselbe einfresse, was immer zum größten Nachtheile der Bleche gereicht; auch gebrauche ich die Vorsicht, ihn auf die inwendige Fläche des Kessels in die lecken Fugen einzustreichen, wo der Dampfdruck ihn dichter in dieselben eintreibt, während er ihn von der äußern Fläche des Kessels abstößt. Der Eisenkitt ist bei eisernen Verbindungen ein Dichtungsmittel, welches alle übrigen weit hinter sich zurücklässt. Er hat die vortreffliche Eigenschaft, daß er immer vollkommener dichtet, je länger er sitzt, so daß mit ihm gekittete Fugen, die anfangs noch Dampf und Wasser durchlassen, bald vollkommen dicht werden. Ueberhaupt hat man wegen Dichtung eines eisernen gut genieteten Kessels keine Ursache, ängstlich zu sein, er wird mit der Zeit von selbst immer dichter, indem sich theils Rost in den lecken Stellen bildet und diese verstopft, theils Kesselstein sich in dieselben hineinsetzt. Um jedoch recht sicher zu gehen, ist es sehr zu empfehlen, ihn vor seinem Gebrauche noch mit Pferdemist oder Kleie, grobem Roggenmehl oder Kartoffeln auszukochen, und bei seiner wirklichen Inbetriebsetzung von beiden letztern Substanzen noch eine geringe Quantität (auf 10 Kubikfuß Wasser ohngefähr den achten Theil eines meklenburgischen Scheffels) in denselben zu thun. Diese Substanzen bilden dann breiartige Auflösungen und Niederschläge, die, durch das Andringen des Wassers oder Dampfes in die undichten

---

vorher 4 oder 5 Tropfen Vitriolöl zugesetzt hat, an, daß ein dicker Brei entsteht. Wenn die zu verschmierenden Fugen sehr groß sind, und sehr viel Kitt erfordern, so kann man zur Ersparung desselben etwas gereinigten Flußsand hinzusetzen, jedoch nicht mehr als ein Viertheil der ganzen Masse. Statt der Eisenfeilspäne von geschmiedetem Eisen kann man auch Feil- und feine Drehspäne von Gußeisen nehmen, jedoch muß ich bemerken, daß ein Kitt, allein von Gußeisenspänen angefertigt, nicht so haltbar und fest wird, wie der von geschmiedet eisernen Feilspänen, daß er leichter abfällt und wegbröckelt. Man kann diesem Uebelstande jedoch dadurch sehr abhelfen, daß man den erstern Spänen von den letztern eine gewisse Quantität, wenigstens aber doch ein Drittheil zusetzt.

Digitized by Google

Stellen hineingetrieben und gepreßt, ſich in dieſelben einniſten, ſie verſchlammen und verkleiſtern, und nach und nach darin erhärten.

Durch ſolche Maaßregeln habe ich meine von Eiſenblech genieteten Keſſel, ſelbſt bei dem höchſten Dampfdrucke, immer vollkommen waſſer- und dampfdicht herzuſtellen und zu erhalten das Glück gehabt, und deshalb hat es mich immer in das höchſte Erſtaunen geſetzt, wenn ich anderswo Klagen über die Undichtheit ſolcher Keſſel hören, und ſogar leſen mußte, wie man in neuſter Zeit in England bei den Locomotiven noch an öfterer Undichtheit laborirt, und ihre Keſſel in dem Grade leck anfertigt, daß ein Herr Curtis dadurch auf den Gedanken geführt werden konnte, das abtriefende Waſſer zum Anfeuchten der Eiſenbahnſchienen zu verwenden, um das Rollen der Wagen darauf zu erleichtern.

Kupferne Cylinder, die gut zuſammengelöthet werden, ſind ſogleich völlig dampf- und waſſerdicht, und bleiben es auch während der ganzen Zeit ihrer Dauer, bei ihnen bedarf es daher keiner Art von Vorſichtsmaßregeln gegen Lecke.

Um die Schlußdeckel an die eiſernen und kupfernen Cylinder zu befeſtigen, niete ich um die Enden der letztern $\frac{3}{8}$ Zoll ſtarke und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breite Ringe, an denen ich die Niete in 2 Reihen anbringe, deren einzelne Nieten ich gegen einander verſetze. Die Niete der zweiten Reihe vom Ende, deren in den obern Cylinder 12 bis 14, in den untern 8 bis 10 an der Zahl eingeſetzt werden, verſehe ich mit $\frac{3}{4}$ Zoll ſtarken, cylindriſchen, 1 Zoll nach außen hervorſtehenden Köpfen, auf welche $\frac{3}{4}$ Zoll ſtarke Oehrſchrauben mit ihren Oehren geſteckt werden. Sie reichen durch entſprechende Löcher im Deckel, und dienen zum Anziehen deſſelben gegen die Cylinderenden. Die gußeiſernen Deckel ſind 1 Zoll ſtark und greifen mit einem ſtarken eiſernen Vorſprunge in das Innere der Cylinder ein. Da wo der Rand der Cylinder, der wohl abgerichtet, wo möglich abgedreht werden muß, gegen den Deckel drückt, iſt dieſer vertieft ausgedreht und nimmt in dieſe Vertiefung den Rand auf. Ein in die Vertiefung gelegter Ring von recht weichem Blei beſorgt eine voll-

Digitized by Google

kommene Dichtung beider Flächen auf einander. Die ringförmige Vertiefung im Deckel ist eine unerläßliche Bedingung, wenn das Blei beim Anschrauben nicht seitwärts ausweichen, und beim zuweiligen Nachziehen der Schrauben zwischen den Dichtungsflächen ganz herausgepreßt werden soll. Ich wende solche Vertiefungen und in dieselben eingreifende erhabene Ränder an allen Dichtungsflächen der Maschine selbst an, wo ich mich der Bleidichtungen bediene, und kann sie nicht genug Jedem empfehlen, der durch Blei eine dauerhafte, und für alle Zeit und bei höherm Dampfdrucke genügende Dichtung bewirken will. Will man Blei zwischen bloße Flächen legen, so muß man wenigstens feine aber tiefe Riefeln hinein drehen oder hauen, in die das Blei hineingepreßt, Anhaltspunkte gegen das seitliche Ausweichen gewinnt.

In Fig. 7 und 8 (Tab. I.) habe ich den Verschluß der Cylinder durch die gußeisernen Deckel, und zwar Fig. 7 in der äußern Ansicht, Fig. 8 in einem senkrechten Längsdurchschnitte, in etwas vergrößertem Maaßstabe, vorgestellt. a ist der Deckel, b und c sind Oehrschrauben, d. d. d. die cylindrischen Köpfe der Nieten, worauf diese gesteckt werden. Bei e. e. Fig. 8 tritt der Deckel mit seinem Vorsprunge in den Cylinderr hinein. Bei f. f. ist er ausgedreht und nimmt den abgedrehten Rand des Cylinders auf. g. g. Fig. 7 und 8 ist der Ring, der über das Ende des Cylinders geschoben und aufgenietet wird. h. h. h. Fig. 7 sind die Köpfe der Nieten.

Um den Deckeln beider Enden der obern Cylinder und dem ganzen Cylinder selbst der Länge nach mehr Festigkeit zu geben, ziehe ich zuweilen einen starken Bolzen von $\frac{5}{4}$ Zoll Stärke durch beide und längs durch die Cylinder. Das eine Ende dieser Bolzen versehe ich mit einem sechseckigen Kopfe, der außerhalb gegen den hintern Deckel liegt, in eine seiner Form entsprechende Vertiefung desselben eingreift, und hier mit Blei gegen die Deckel gedichtet ist. Auf das andere, mit einem Gewinde versehenen Ende des Bolzens, außerhalb des vordern Deckels, schraube ich aber eine Mutter, die beim Schlusse der Deckel gut angezogen wird. Die Mutter hat nach dem Deckel

Digitized by Google

hin einen cylindrischen Ansatz, mit welchem sie in eine gleiche Vertiefung des Deckels eingreift, so daß auch sie und das schraubenförmige Ende des Bolzen gegen den Deckel vollkommen dampfdicht gemacht wird, wenn man Blei in die Vertiefung legt. Diese Versicherung der obern Cylinder und ihrer Deckel ist sehr stark, und bei größern Durchmessern dieser Cylinder empfehlenswerth. Bei den untern Cylindern und bei Cylindern von kleinerm Durchmesser als 9 Zoll kann sie jedoch füglich, und ohne alle Gefahr wegbleiben. Bei kupfernen Cylindern muß sie aus dem Grunde schon ganz weggelassen werden, weil die Cylinder und die eisernen Bolzen sich ungleich durch die Hitze ausdehnen, und so eine gegenseitige schädliche Spannung verursachen würden [1]).

Der Verschluß der Cylinder an beiden Enden durch Platten oder Schlußdeckel ist, wie schon oben angedeutet worden, eigentlich nicht unumgänglich nöthig. In manchen Fällen, vorzüglich bei kürzern Cylindern, wo man zum Nieten bequem ankommen kann, lassen sich auch an einem Ende Böden von geschmiedetem Eisen oder starken Blechen hinein nieten. Diese Böden müssen dann aber wo möglich sphärisch ausgehämmert sein. An beiden Enden zu öffnende Cylinder haben indessen, wie ebenfalls oben bemerkt ist, den Vorzug, daß man sie besser reinigen kann, ein Umstand, der von großem Gewichte ist.

Das die untern Cylinder unter einander in Verbindung setzende Wasserrohr (Fig. 6, o) baue ich in den meisten Fällen von Kupfer, und gebe ihm die oben angegebenen Dimensionen. Dasselbe befindet sich am besten am hintern Ende des Ofens, und liegt außerhalb desselben quer vor den Cylindern. Aus demselben treten so viele kurze Röhrenstücken (Fig. 6, l, m, n) als untere Cylinder vorhanden sind. Sie sind mit angelöthe-

1) An meinen spätern Kesseln habe ich diese Bolzen, selbst bei größern Durchmessern als 1 Fuß, ohne Nachtheil weggelassen, und dadurch den Vortheil erlangt, daß nun der Schwimmer zum Anzeigen des Wasserstandes, der bei Anwendung der Bolzen doppelt sein muß, einfach angewandt werden kann.

Digitized by Google

ten eisernen starken Verbindungsscheiben versehen, vermittelst welcher sie an die äußern Schlußscheiben der Cylinder angeschroben werden, nachdem zur Dichtung der Verbindung einer von jenen Doppelkonen dazwischen gebracht wird, die ich sogleich unten beschreiben werde. An eins der Enden dieses Verbindungsrohres ist, wie oben schon bemerkt ist, der Abzapfhahn angeschroben, der zum Ablassen des Wassers aus dem Kessel dient, das andere Ende wird aber mit einer bloßen Schlußscheibe geschlossen, wenn man nicht vorzieht, hier das von der Speisepumpe kommende Speiserohr einmünden zu lassen. Um durch den Abzapfhahn den Kessel so viel möglich von Wasser entleeren zu können, muß das Verbindungsrohr o mit dem untern Theile der untern Cylinderschlußplatten verbunden sein, d. h. die dahin zielenden Verbindungsstellen zwischen diesem Rohre und den Schlußdeckeln der untern Cylinder müssen sich möglichst an dem untern Theile der letztern befinden, nicht in der Mitte derselben angebracht sein, in welchem Falle die untern Cylinder bei der Entleerung des Kessels beinahe halb voll Wasser bleiben würden. Da die untern Cylinder gewöhnlich nach dem hintern Ende des Ofens hin geneigt liegen, um die Strömung der Dämpfe nach den Verbindungsröhren (Fig. 3, c) zwischen ihnen und den obern Cylindern hin möglichst zu befördern, so erklärt sich leicht, warum ich empfehle, die Wasserverbindung zwischen den untern Cylindern lieber an's hintere als vordere Ende des Ofens zu verlegen.

Da sich das Verbindungsrohr (Fig. 6, o) mit seinen, in die untern Cylinder führenden Röhrenstücken (l, m, n) leicht mit Kesselstein verlegt, so ist es nöthig, daß es dann und wann abgenommen und gereinigt werde, was bei der angegebenen Construction desselben, nach Abschraubung des Hahnes und der Schlußscheibe oder des Speiserohres, an allen seinen verschiedenen Theilen leicht zu bewerkstelligen ist.

In den meisten Fällen habe ich das Speisewasser in dieses Verbindungsrohr, und zwar an der oben bezeichneten Stelle, eintreten lassen, in der Meinung, daß es so am besten und gleichmäßigsten in alle Cylinderlagen vertheilt würde, später je-

Digitized by Google

doch die Erfahrung gemacht, daß bei dieser Maaßregel das Rohr nicht allein mehrder Ablagerung von Kesselstein ausgesetzt sei, sondern daß dieser nun auch in alle Cylinderlagen sich vertheile, was nicht der Fall ist, wenn das Speisewasser vorzugsweise in eine einzige Cylinderlage, und zwar in den obern Cylinder derselben gefördert wird. Da nämlich der Kesselstein, vorzüglich der kohlensaure Kalk, als der hervorragende Bestandtheil desselben, sich schon im Siedepunkte des Wassers niederzuschlagen beginnt, so lagert er sich auch in derjenigen Cylinderlage, in welcher das Speisewasser zuerst ins Sieden gebracht wird, vorzugsweise ab, weshalb, wie ich mich überzeugt habe, er auch fast allein nur in dieser gefunden wird. Wie sehr dieser Umstand die Reinigung des Kessels vereinfache, erleichtere und abkürze, brauche ich eben wohl nicht erst weitläufig auseinander zu setzen.

Die Verbindungsröhren zwischen den obern und untern Cylindern lasse ich, wenn die Cylinder von Eisenblech sind, von Gußeisen anfertigen. Sie werden hinreichend stark, mit $\frac{3}{4}$ Zoll dicken Wänden, und oben und unten mit starken Verbindungsscheiben gegossen, die nach der Rundung der Peripherie jedes Cylinders verhältnißmäßig gebogen sind, so daß sie beim Anschrauben an dieselben schon möglichst dicht anschließen. Zwischen sie und die Cylinder wird zum Zwecke der Dichtung Eisenkitt in einer möglichst dünnen Lage gelegt. Zum Anschrauben der obern und untern Verbindungsscheiben wende ich 6 ohngefähr $\frac{5}{8}$″ dicke Schraubenbolzen an. Bei kupfernen Cylindern lasse ich die Verbindungsröhren aus 2 Stücken bestehn, die in der Mitte vermittelst starker geschmiedet eiserner Scheiben, in welche die kupfernen Röhrenstücke mit Schlageloth eingelöthet sind, zusammengeschroben werden. Zur Dichtung dieser Verbindung habe ich mit dem meisten Glücke Kupferringe, von $\frac{1}{8}$ Zoll dickem Kupferdrahte zusammengelöthet, angewandt, deren obere und untere Fläche in einen, in der Mitte nach oben stehenden, scharfen Rücken ausgefeilt wurden. Die an die Cylinder zu befestigenden Kränze dieser Röhren lasse ich von Kupfer machen und an diese annieten. Ich habe diese Verbindung sehr zweckmäßig, hinreichend stark und dampfdicht gefunden. Den Durch-

Digitized by Google

messer dieser Verbindungsröhren (Fig. 3, c) habe ich oben angegeben und bemerkt, wie er sich bei verschiedenen Durchmessern und verschiedener Länge der Cylinder verhalten müsse.

In Fig. 9. 10 und 11 habe ich diese Verbindungsröhren, sowohl gußeiserne als kupferne, besonders nach einem größern Maaßstabe abgebildet. Fig. 11 stellt eine der oben beschriebenen gußeisernen in der äußern Ansicht, Fig. 10 eine im perpendiculären Durchschnitte dar. a und b sind in beiden Figuren die Verbindungsscheiben, womit sie an den untern und obern Cylinder angeschroben und mit Eisenkitt angedichtet werden. In Fig. 9 sieht man eine der kupfernen Röhren dieser Art, ebenfalls in ihrer Verbindung mit den Cylindern. a und b sind die Kränze, womit sie an die Cylinder angenietet sind, c und d die Verbindungsscheiben, zwischen denen der Kupferring Zwecks der Dichtung liegt. Dieser Kupferring ist in Fig. 17 und 18 besonders, und zwar in Fig. 18 von oben, in Fig. 17 in einem senkrechten Durchschnitte vorgestellt. In letzterer Figur sieht man in a und b die Durchschnitte des Ringkörpers, in welchem man leicht die nach oben und unten zugefeilten scharfen Rücken erkennt. Diese scharfen Rücken legen sich sehr fest gegen die Verbindungsscheiben, und bewirken einen Schluß, der für alle Zeiten dampf- und wasserdicht ist.

Das Dampfsammlungsrohr (Fig. 5, k), welches oben quer über allen Lagen der Cylinder liegt, und mit den obern Cylindern in Verbindung steht, wird bei eisernen Kesseln von Gußeisen gegossen. Es besteht aus so viel Stücken, als Cylinderlagen vorhanden sind. Jedes Stück enthält einen obern horizontalen 1., und einen absteigenden Theil 2., der im rechten Winkel von der Mitte desselben nach unten geht, und ihm die Gestalt eines T giebt. Alle 3 dadurch entstehenden Enden eines solchen Röhrenstückes sind mit Scheiben zum Anschrauben versehen, von denen die untere 3., an dem absteigenden Stücke derselben angebrachte, etwas gebogen ist, so daß sie sich der Rundung des obern Cylinders genau anschließt. Die beiden andern Scheiben 4. vereinigen das Röhrenstück mit dem benachbarten der nächsten Cylinderlage. Diejenigen Röhren-

Digitized by Google

stücke, die an den beiden äußersten Röhrenlagen angebracht sind, dienen zur Verbindung des Kessels mit den, die entwickelten Dämpfe in Anwendung bringenden, Maschinen oder Apparaten. An das eine schließt sich das in die Maschine führende Dampfleitungsrohr 5., welches ich immer von Kupfer machen und poliren lasse, an, mit dem entgegengesetzten kann irgend eine Röhre, die die Dämpfe zu etwanigen andern Zwecken fortzuleiten bestimmt ist, oder auch die zum Manometer führende Leitröhre verbunden werden. Fällt eine anderweitige Benutzung der Dämpfe weg, schraubt man eine Schlußplatte 6. davor. Zwei der Röhrenstücke eines Kessels müssen immer einen, dem absteigenden, und mit dem obern Cylinder verbundenen Rohre gegenüberliegenden aufsteigenden Röhrenaufsatz 7. haben. Einer dieser Aufsätze trägt das Sicherheitsventil, der andere den Zeiger des Schwimmerapparates. In Fig. 1 und 3 sieht man diese beiden Apparate auf den bezeichneten Röhrenaufsätzen, und zwar in Fig. 3 bei p das Sicherheitsventil, in Fig. 1 den Zeiger des Schwimmerapparates. In letzterer Figur ist der vordere Röhrenaufsatz weggelassen, um den hintern, mit dem Zeiger versehenen desto besser vor Augen zu haben. Sämmtliche Röhrenstücke werden an ihren Verbindungen unter sich und mit den obern Cylindern mit Eisenkitt gedichtet.

Bei kupfernen Kesseln sind alle diese Röhrenstücke von Kupfer, die Verbindungsscheiben daran aber von starkem Messing oder geschmiedetem Eisen, am besten von letzterem. Sie sind mit Schlageloth angelöthet, und enthalten an ihren Dichtungsflächen erhabene Ränder und diesen entsprechende Vertiefungen, um Bleidichtungen, am besten aus Rollblei geschnitten, hineinzulegen, oder werden durch oben genannte und gleich näher zu beschreibende Doppelkone dampfdicht an einander geschroben. Die absteigenden, mit dem Kessel in Verbindung tretenden Röhrenenden (Fig. 5, 2. 2. 2.) werden an die obern Cylinder gehörig dampfdicht angenietet. Nehme ich messingene Verbindungsscheiben, so schiebe ich sie auf die Röhren und krempe den Rand der Röhren um. Diese Krempe bildet eine schmale Scheibe, die ich durch Zinn an die messingene anlöthe.

Digitized by Google

Werden 2 Scheiben in dieſer Art mit den kupfernen Röhren verbunden, ſo treffen die Krempen der Röhren auf einander, und die meſſingenen Scheiben bilden nur eine Verſtärkung hinter denſelben, um den Schluß recht ſicher zu bewirken, und zu dieſem Zwecke größere Schrauben durchziehen zu können. Solche Röhrenverbindungen dichtet man ſehr gut durch Ringe von weichem Kupfer, die ſcharf gefeilt ſind, und mit ihren ſcharfen Rücken auf die Krempen der Röhren treffen, wenn die Scheiben zuſammengeſchroben werden, beſſer aber auch noch durch die ſchon oft genannten Doppelkone. Dieſe vortrefflichen Dichtungsvorrichtungen ſind kurze eiſerne oder kupferne Röhren von etwas geringerm Durchmeſſer als die zu dichtenden Röhrenenden, die man nach beiden Seiten koniſch abdreht. Man rundet, bevor man ſie anwendet, die Oeffnungen der zu verbindenden Röhren durch eingetriebene runde und polirte Dorne etwas zu, oder reibt ſie ein wenig mit paſſenden Reibahlen aus, jedoch ohne der Metalldicke der Röhren zu ſehr zu nahe zu treten. Dann ſchiebt man die ſo zugerichteten Oeffnungen über die coniſchen Flächen der Cone, und zieht die Schrauben feſt an. Die coniſchen Flächen zwängen ſich nun in die Röhrenöffnungen völlig dicht ein. In Fig. 15 ſieht man eine Verbindung dieſer Art zwiſchen 2 Röhrenſtücken im perpendiculären Längsdurchſchnitte. a iſt das eine Röhrenſtück, b das zweite, c der Doppelcon. Dieſer iſt in Fig. 16 noch beſonders, und zwar in der äußern Anſicht, dargeſtellt. Seine coniſchen Flächen ſind etwas ausgeſchweift gedreht. Dies hat den Vortheil, daß die Oeffnungen, in welche er hineingezwängt wird, nun nicht ſo leicht ſpalten. d und e Fig. 14 ſind die Verbindungsſcheiben der Röhren, f und g zwei der Schrauben, die ſie an einander ziehen, und den Con in die Röhrenöffnungen hineinzwängen. Solche Verbindungen durch Cone ſind die beſten, die es für hohen Druck giebt. Sie bewirken einen dampfdichten Schluß, ſelbſt bei einem ungeheuren Drucke, und werden nie unzuverläſſig und wandelbar. Eiſerne Cone ſcheinen die beſten zu ſein, vorzüglich wenn das dazu verwandte Eiſen von weicher und milder Beſchaffenheit iſt. Sie ſchließen dann

Digitized by Google

am beſten, wenn die Ränder der dicht zu verbindenden Röhrenöffnungen etwas ſcharf ſind. Kupferne Cone ſind weicher als eiſerne, und da vorzüglich anwendbar, wo nur eine geringe Schraubenkraft zur Vereinigung der Röhren zu Gebote ſteht. Sie nehmen nämlich leichter und vollkommener den Eindruck der Ränder der Röhrenöffnungen auf, ohne daß dieſe ſehr ſcharf zu ſein brauchen. Die Doppelcone ſcheinen zuerſt von Herrn Jac. Perkins in London in Anregung gebracht zu ſein, und es gebührt demſelben großer Dank für dieſe vortreffliche Erfindung.

Daß man die Oeffnungen oder Canäle in den Conen der Menge des durch ſie durchſtrömenden Fluidums anpaſſen müſſe, leuchtet ein. Will man einen Röhrenkanal an der Verbindungsſtelle durch die Doppelcone nicht verengt wiſſen, ſo muß man die Verbindungsſcheiben an den Röhrenenden, bevor man ſie auf die Röhren auflöthet, auf der Seite, die nach dem Cone ſieht, coniſch verſenken, und das Röhrenende ſelbſt vor dem Einlöthen in dieſe Verſenkung hineinpaſſen. Die Verbindung macht ſich dann ſo, wie man ſie in Fig. 15 im perpendiculären Längsdurchſchnitte durch das Rohr abgebildet ſieht. Der durch den Con laufende Canal (c) ſtellt nun mit dem Canale (a. b) des Rohres eine fortlaufende gleich weite Röhre dar.

Dem horizontalen Dampfſammlungsrohre (Fig. 4. k) rathe ich einen größern Querſchnitt als dem, die Dämpfe zur Maſchine führenden Rohre zu geben. Vielfältig hat man den Querſchnitt des letztern an Hochdruckmaſchinen übertrieben. Ich habe nämlich gefunden, daß auf 150 Quadratfuß Feuerberührungsfläche des Keſſels, bei Anwendung eines Dampfdrucks von 8 Atmosphären, 3 Quadratzoll Durchſchnittsfläche für das Lichtenmaaß eines ſolchen Rohres vollkommen genügen. Giebt man dem Rohre den fünften Theil des Cylinderdurchmeſſers, ſo hat man das Möglichſte geleiſtet. Bei der Berechnung der Verluſte, die durch die Reibung der Dämpfe in engen Dampfröhren Statt finden ſollen, hat man gewiß viel übertrieben, und muß man ſich dadurch nicht zu ſehr beunruhigen laſſen. Dem horizontalen Dampfſammlungsrohre gebe ich gerne den

Digitized by Google

doppelten Querſchnitt des zur Maſchine führenden Dampfrohres. Da die Dämpfe darin eine Winkelbewegung zu machen gezwungen ſind, die ihre Geſchwindigkeit vermindert und ihren Strom bricht, ſo wird man dieſe Maaßregel gewiß in der Ordnung finden.

Als Sicherheitsventil dient an meinen Keſſeln ein coniſches Ventil mit 3eckigem Stiele, deſſen 3 Flächen halbrund ausgearbeitet ſind, um den Dampfwegen eine größere Durchſchnittsfläche zu geben. Die coniſche Dichtungsfläche ſtelle ich in einen Winkel von 45 Graden, und gebe ihr eine ſo geringe Breite als möglich, damit der das Ventil öffnende Dampf beim Emportreiben deſſelben auf keine größere Fläche wirken, und ſo bedeutend unter die geſetzliche Spannung ſinken könne, bevor das Ventil ſich wieder ſchließt. Man vergleiche hier das oben bei dem Sicherheitsventile Geſagte. Den Hebel der Sicherheitsventile richte ich wie gewöhnlich ein, und laſſe den Druck auf das Ventil, von dem Hebel aus, durch eine kurze, an den Hebel eingelenkte Druckſtange beſorgen, die mit einer ſtumpfen Spitze in einer Vertiefung am Kopfe des Ventils ruht. Es iſt wohl darauf zu ſehen, daß dieſe kleine Druckſtange recht ſenkrecht in der Achſe des Ventils auf daſſelbe drücke, damit ſie es nicht gegen die eine oder andere Wand desjenigen Canals, worin es ſich bewegt, zu dränge, und ſo einen unſichern Schluß und eine größere Reibung zwiſchen dem Ventile und dieſer Wand bewirke. In Fig. 12 und 13 ſieht man ein ſolches Ventil abgebildet, und zwar in Fig. 12 in ſeiner äußern Anſicht mit dem Hebel und Stellgewichte, in Fig. 13 ohne denſelben, und zwar im perpendiculären Durchſchnitte. a iſt der obere Theil eines der Röhrenaufſätze (Fig. 5, 7), b das Ventil, c die Stütze für das Hypomochlion des Hebels, d der Hebel mit ſeinem Gewichte e, f die kleine Druckſtange am Hebel, die auf das Ventil drückt. In Fig. 28 ſieht man einen horizontalen Querdurchſchnitt durch den Röhrenaufſatz mit dem Ventilſtiel, und deſſen 3 rund ausgearbeitete Seitenflächen.

Das Ventil ſowohl, als der Sitz müſſen immer von har-

Digitized by Google

tem Meſſing conſtruirt werden, der Druckhebel d, ſeine Stütze c und die Druckſtange f können von Eiſen ſein. In Hinſicht dieſes Hebels hat man wohl dahin zu ſehen, daß er in ſeinem Hypomochlio ſich recht frei bewege. Man ſchmiere das Gelenk deſſelben zu dieſem Zwecke dann und wann, um es ſo vor Roſt zu ſchützen. Der aus dem Sicherheitsventile ſtrömende Dampf benetzt nämlich häufig Hebel und Gelenk, und befördert die Oxydation deſſelben. Der Hebel muß mit tiefen Kerben verſehen werden, in welchen das Gewicht mit ſeinem Aufhängehaken recht ſicher vor Verrückung ruhe. Die Kerben werden am beſten ſo angeordnet, daß ſie in ihrem Fortgange einen immer um 10 Pfund wachſenden Dampfdruck bezeichnen. Sehr zweckmäßig werden an den Kerben mit Zahlen die Druckgrade des Dampfes angedeutet, die er annehmen muß, um beim Einhängen des Gewichtes in einen beſtimmten Kerben das Ventil zu öffnen. Dem Kanale, worin ſich das Sicherheitsventil mit ſeinem dreieckigen Stiele bewegt, gebe ich den Durchmeſſer der Dampfleitungsröhren. Zu große Sicherheitsventile erfordern ſtarke und ſchwere Hebel und große Gewichte, und ſind völlig unnütz. Wenn man bedenkt, daß aus einer Oeffnung von höchſtens $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer bei 8 Atmosphären Druck ſchon aller Dampf entweichen kann, den 100 Quadratfuß Feuerberührungsfläche bei günſtiger Stellung über dem Feuer und lebhaftem Brennen deſſelben entwickeln, ſo darf man wahrlich bei der vorgeſchriebenen Dimenſion des Sicherheitsventilkanals nicht ängſtlich ſein, wenn auch der Ventilſtiel noch einen Theil ſeiner Durchſchnittsöffnung ausfüllt, folglich die Oeffnung für den ausſtrömenden Dampf etwas verkleinert [1]).

Als Anzeiger für den Waſſerſtand ziehe ich, wie oben ſchon bemerkt worden, die Schwimmervorrichtungen allen

1) Herr Emil Köchlin giebt im Bulletin de la société d'encouragement de Mulhaus. N. 48 für die Berechnung des Durchmeſſers im Sicherheitsventile folgende Formel:

$$d = 2{,}6 \sqrt{\frac{c}{n - 0{,}412}}$$

in welcher d den geſuchten Durchmeſſer, c die in Quadratmetern ausgedrückte

andern vor. Die meinigen dürften von den Mängeln der bisherigen Apparate dieser Art völlig befreit sein, wenigstens hat eine lange Erfahrung ergeben, daß sie im höchsten Grade empfindlich, und zu jeder Zeit genau und zuverlässig sind, wenn ihre Behandlung nur einigermaßen regelrecht und vernünftig ist. Fig. 14, Tab. I. zeigt diese Schwimmervorrichtung. Innerhalb des Kessels schwingt nämlich ein 2armiger Hebel a mit seinem Hypomochlio b in einer am Kessel angeschrobenen Stütze c. Seine Bewegung muß frei und ungehindert in dieser Stütze Statt finden. An seinem längern Arme ist ein 8 Zoll langer, hinten 3 Zoll, vorne 4 Zoll im Durchmesser haltender, walzenförmiger Stein d (am besten ein fester Sand- oder guter Ziegelstein, den ich eigends dazu formen und brennen lasse) angebracht, d. h. mit seinem Achsenloche auf den Hebel gesteckt und so befestigt, daß er sich nicht lösen, noch abfallen kann. Diese Befestigung geschieht gewöhnlich dadurch, daß man den Stein sich bei e an einen, um den Hebel geschweißten Ring stützen läßt, und bei f eine Mutter vorschraubt. An den andern kürzern Arm des Hebels a wird ein gußeisernes oder bleiernes Gegengewicht g befestigt, welches den Stein in der Art schwimmend auf dem Wasser erhält, daß er zur Hälfte seines Körpers untergetaucht ist. Dem längern Arme gebe ich eine solche Biegung, daß das Hypomochlion b des Hebels a und der kürzere Arm mit dem Gegengewichte immer über Wasser bleiben, wie in der Figur deutlich zu sehen ist. Dieser Apparat muß, wenn Ankerstangen durch die obern Cylinder gezogen sind, doppelt sein, d. h. es muß zu jeder Seite der Ankerstange ein Hebel mit Schwimmer liegen. Damit die Steine mehr Haltung haben, lasse ich sie mit feinem Messing-

---

Heizoberfläche des Kessels, und n die Anzahl der Atmosphären, für deren Druck der Kessel gebaut ist, bezeichnet.

Die preußische Verordnung hinsichtlich der Anlage von Dampfmaschinen bestimmt, daß der Querschnitt der Oeffnung, die das Sicherheitsventil macht, $\frac{1}{300}$ der ganzen Feuerberührungsfläche des Kessels betragen solle (vid. Dingler's polyt. Journ. B. XXIX. S. 333). Bei Maschinen von höherm Drucke genügt aber eine bedeutend kleinere Oeffnung.

Digitized by Google

draht überstricken, so aber, daß die Maschen nicht zu eng sind, und der Stein durch die Masse Draht nicht zu vieles Gewicht erhält. Der kurze Arm des Hebels enthält bei h ein angebogenes Oehr, in welches ein Messingdraht i von $\frac{1}{16}$ Zoll Stärke eingebogen ist, der nach oben läuft, durch eine, an einem der aufsteigenden Röhrenaufsätze l des Dampfsammlungsrohres befindliche kleine messingene Stopfbüchse m nach außen geht, und hier wieder mit dem kurzen Arme des beweglichen Hebels n verbunden ist, der auf der Stütze o schwingt, und am längern Arme einen Zeiger darstellt, welcher an einer, an dem Aufsatzrohre angebrachten Scala, oder gegen eine, auf dem Kessel angeschrobene, oben umgebogene Spitze p die Zolle des Wasserstandes im Kessel anzeigt. Die Verhältnisse der Hebelarme des äußern und des innern Hebels sind so gegen einander abgewogen, daß der äußere mit der Spitze seines Zeigers genau so viel steigt oder fällt, als die Mitte des Schwimmers oder der Wasserspiegel. Damit die Reibung des Drahtes in der Stopfbüchse auch bei dessen Aufwärtssteigen leicht überwunden werde, ist an dem zeigerförmigen Arme des äußern Hebels n ein kleines Gewicht q angebracht, dessen nothwendige Schwere sich leicht durch Versuche finden läßt. Der Draht verursacht indessen bei seinem geringen Durchmesser in seiner kleinen Stopfbüchse so wenig Reibung, daß die Vorrichtung äußerst beweglich ist, und dem Wasser in allen seinen Ständen und Bewegungen im höchsten Grade folgsam sich beweiset. Die Stopfbüchse für den Draht bedarf nur einer kleinen und kurzen Liederung, um gehörig dicht zu halten. Der Draht dauert lange Zeit, bevor er sich in dem Grade abnutzt, daß er unbrauchbar wird, und in diesem Falle ist er sehr leicht mit einem neuen ausgewechselt. Kurz ich kann diese Vorrichtung dringend als eine der zweckmäßigsten, sichersten und zuverlässigsten empfehlen. Daß sie an Beweglichkeit die andern Schwimmapparate wenigstens bei weitem übertreffe, dürfte jedem einleuchten, der da bedenkt, daß der Draht i, dessen Reibung in der Stopfbüchse m hier die Last vorstellt, dem Hypomochlion

Digitized by Google

des Hebels bei weitem näher gerückt iſt, als der die bewegende Kraft repräſentirende Schwimmer [1]).

Was die allgemeinen Verhältniſſe und die Wirkung dieſer erſten Art von Keſſel betrifft, ſo habe ich darüber noch folgende Bemerkungen zu machen:

Ich ſtelle dieſe Keſſel, wie weiter unten bei Beſchreibung des dazu nothwendigen Ofens näher gezeigt werden wird, im Ofen ſo auf, daß die vom Roſte kommende Hitze zuerſt die untern Cylinder beſtreicht. Da dieſe ganz mit Waſſer gefüllt ſind, ſo können ſie auch füglich ihrem ganzen Umfange nach dem Feuer ausgeſetzt werden. Die Hitze ſtreicht parallel mit ihren Wänden, und geht am hintern Theile des Ofens zwiſchen den Röhren nach oben durch, um unter den obern Cylindern ihren Weg wieder nach vorne zu nehmen. Da die obern Cylinder nur halb mit Waſſer gefüllt ſind, ſo müſſen ſie auf den Seiten bis zur Hälfte ihres Körpers herunter mit Steinen gedeckt werden. Aus Fig. 5, Tab. I, die einen perpendiculären Durchſchnitt der Röhren und des Ofens darſtellt, dürfte dieſe Einrichtung deutlich werden. In den untern Cylindern, die auf ihrer ganzen Oberfläche der erſten, auf dem Roſte entwickelten Hitze ausgeſetzt ſind, iſt die Dampfentwicklung am ſtärkſten. Da ſie ſo mit den obern verbunden ſind, daß ſie nach hinten tiefer als vorne bei den Verbindungsröhren (Fig. 2, c) liegen, ſo äußern die entwickelten Dämpfe, die ſich in dem obern Theile derſelben ſammeln, ein Beſtreben, der Mündung dieſer Verbindungsröhren zuzuſtrömen, und durch dieſelbe in die obern Cylinder überzutreten. Sie verdrängen auf dieſem Wege einen kleinen Theil des Waſſers aus den unterſten Cylindern und treiben es in die obern über. In Folge dieſes Umſtandes ſteigt der Waſſerſtand in letztern in der Regel beim beginnen-

1) Chauſſenot's Schwimmapparat (Bulletin de la société d'encourag. pour l'industr. nat. Jun. 1840, p. 197, Dingler's polyt. Journal B. LXXVIII. S. 244) hat viele Aehnlichkeit mit dem meinigen, er kann aber unmöglich ſo empfindlich und beweglich als dieſer ſein, da Chauſſenot den Draht an den Schwimmer ſelbſt, und nicht, wie ich, an den Hebel deſſelben, und zwar möglichſt nahe an's Hypomochlion deſſelben, befeſtigt.

Digitized by Google

den Sieden um ein Weniges, ſinkt aber ſpäter, wenn die Dämpfe bei ſteigendem Drucke ein kleineres Volumen einnehmen, verhältnißmäßig wieder. Gewöhnlich vernimmt man beim erſten Beginnen des Siedens auch einige erſchütternde Stöße im Keſſel, die daher rühren, daß die erſten, in die obern Cylinder tretenden Dämpfe einen gewiſſen Grad von Verdichtung erfahren, weil das Waſſer in den obern Cylindern, und namentlich an derjenigen Stelle derſelben, wo die Dämpfe aus dem untern Cylinder in dieſelbe eintreten, die letzte Hitze des Ofens empfängt, und hier nicht ſo ſchnell als in den untern Cylindern erwärmt wird. Das in die entſtandenen leeren Räume plötzlich ſtürzende Waſſer verurſacht dann augenblicklich heftige Schwingungen in der ganzen Waſſermaſſe, wobei die Wellen gegen die Wände der Cylinder, und vorzüglich gegen die vordern Deckel anprallen.

Gewöhnlich geſchieht das Ueberſtrömen der Dämpfe von den untern in die obern Cylinder ſtoßweiſe. Man kann dies ſehr deutlich an dem dabei Statt findenden Geräuſche wahrnehmen, das demjenigen ſehr ähnlich iſt, welches Waſſer bei ſeinem Ausſtrömen aus dem Spundloche eines Faſſes, in das die Luft nicht treten kann, macht. Da nämlich das in den untern Cylindern verdampfende und aus denſelben überkochende Waſſer immer wieder erſetzt werden muß, und daher dann und wann aus den obern in die untern Cylinder zurücktreten muß, ſo wird die Strömung der Dämpfe dadurch öfters unterbrochen, in derſelben Art, als die in eine auszuleerende Flaſche nothwendiger Weiſe einſtrömende Luft immer ſtoßweiſe den Waſſerabfluß hindert.

Wie man ſich leicht denken kann, wird über den obern Mündungen der Verbindungsröhren durch die hervorbrechenden Dampferuptionen das Waſſer der obern Cylinder in eine ſtark aufwallende und aufſpritzende Bewegung gerathen, weshalb man wohl dahin zu ſehen hat, daß über dieſen Mündungen weder ein Schwimmapparat, noch ein die Dämpfe aus dem Keſſel abführendes Dampfrohr angebracht werde. Schon oben habe ich bemerkt, daß man dieſe Theile aus dieſem Grunde möglichſt

Digitized by Google

nach den entgegengesetzten Enden der Cylinder verlegen müsse, wo der Wasserstand ruhiger ist; denn obgleich in den obern Cylindern auch Dämpfe entwickelt werden, so ist die Dampfentwicklung an dieser Stelle doch nicht so stark, daß durch die dabei entstehenden Wallungen der Wasserspiegel bedeutend beunruhigt würde. Berücksichtigt man diese Erinnerung, so wird man nie zu fürchten haben, daß Wasser in die Maschine überkocht, oder daß der Wasserstandzeiger wegen zu großer Schwankungen die Beobachtung des Wasserstandes unsicher mache.

Wie Dampf und Wasser sich in diesem Kessel durch alle Cylinderlagen gleichmäßig vertheile, dürfte nicht schwer einzusehen sein. Weil der Dampf durch das Dampfsammlungsrohr (Fig. 5, k) in allen Cylinderlagen in jedem Augenblicke sich auf völlig gleichen Druck zu stellen vermag, kann das Wasser ganz dem Antriebe seiner Schwere folgen, und jede Veränderung im Niveau der einen oder andern Cylinderlage wird zur Folge haben, daß der Ueberfluß der einen Lage durch das Verbindungsrohr (Fig. 6, o) in die andere so lange übertritt, bis das Gleichgewicht vollkommen hergestellt ist. Da der Verdampfungsproceß in den verschiedenen Lagen nicht immer von ganz gleicher Stärke ist, indem das Feuer nicht immer über dem ganzen Roste vollkommen gleich verbreitet wird, so findet, wie leicht erklärlich ist, eine beständige Strömung von Dämpfen und Wasser in den Verbindungsröhren (k und o) Statt, und wird aus einer der Cylinderlagen Wasser oder Dampf abgelassen, so wird er sich durch den Vorrath der andern Lage sogleich ersetzen. Auf diese Weise erfüllt der Kessel die schwierige Aufgabe, den Wasservorrath seiner Cylinder stets ungetrübt und zweckmäßig vertheilt zu erhalten, und nirgends eine schädliche Erhitzung derselben durch örtlichen Wassermangel zu veranlassen, vollkommen. Alle Kessel, die ich nach diesem Principe baute, liefern viel Dampf und mit einem geringen Bedarfe an Brennmaterial. Sie sind leicht und bequem zu behandeln, und da sie, im Verhältniß zur Feuerberührungsfläche, viel Wasser und Dampf enthalten, so wirken sie äußerst regelmäßig und zuverlässig, und die Schwankungen in der Dampfspannung

Digitized by Google

sind bei einigermaßen zweckmäßig geleiteter Feurung ganz unmerklich. Sie sind nach Abschraubung der Schlußdeckel auch leicht zu reinigen, indem der Kesselstein sich gewöhnlich gegen die Schlußdeckel hin anhäuft. In demjenigen Kessel, der während meiner Theilnahme an dem Maschinenbau-Geschäfte in Güstrow in der dortigen Werkstätte arbeitete, fanden wir in der Mitte der Cylinder nie eine Spur desselben. Daß der Kesselstein sich immer nur in Gestalt eines losen und grandigen Pulvers, das nirgends an den Wänden der Cylinder fest anhängt, anfinde, habe ich oben schon sattsam berührt. Immer ist dieses Pulver leicht mit einem Schabeeisen oder Kratzer aus den Cylindern zu entfernen gewesen.

Ich will hier der Beschreibung der ersten Art meiner Hochdruckmaschinenkessel sogleich die meiner

Speiseapparate anreihen. Ich suche selbige dem Kessel immer so nahe als möglich zu legen, damit der Heizer, dem die Aufsicht darüber anvertraut wird, und dem die Bedienung derselben obliegt, sie beständig vor Augen habe, und die nöthigen, die Regulirung des Wasserstandes im Kessel bezweckenden, Veränderungen daran vornehmen könne. Selten sind aber die Kessel der Maschine so nahe zu bringen, daß eine Aufstellung der Speiseapparate in dieser selbst bequem wäre, auch leidet die gewöhnliche Form meiner Maschine die Aufstellung nicht gut, ohne Deformitäten herbeizuführen. Gewöhnlich mache ich die Verbindung der Maschine mit den Speiseapparaten außerhalb des eigentlichen Maschinenlokals, und bringe die nöthige Bewegung für die Speisepumpe durch eine excentrische Vorrichtung an der Schwungradwelle hervor. Ist es irgend möglich, so vermeide ich das gewöhnliche Excentricum, wie es für die Steurung fast an allen Maschinen mit niederm und hohem Drucke besteht. Dasselbe macht viele Arbeit bei der Anfertigung und erzeugt eine große Reibung. In den meisten Fällen befestige ich am Ende der Schwungradwelle eine Scheibe mit excentrischem Zapfen, oder setze diesen Zapfen in ein Rad ein, wenn sich zufällig eins am Ende der Welle befindet. Der Zapfen bewegt die Zugstange für die Pumpe, die ich nach den

Digitized by Google

Umſtänden horizontal oder ſenkrecht fortleite. In den meiſten Fällen fand ich Gelegenheit, den eigentlichen Bewegungsmechanismus für die Speiſepumpe an den Pumpenkaſten oder die Cyſterne für die Pumpe in der Weiſe anzubringen, wie man ihn in Fig. 19, Tab. I. von der Seite und Fig. 20 von vorne abgebildet ſieht. Die vorhin erwähnte Zugſtange, von der bei a nur das Ende zu ſehen iſt, bewegt hier den Hebel b, der mit einem länglichten Schlitze verſehen iſt, worin ein Zapfen c eingeſchroben wird. Ueber dieſen Zapfen greift die Zugſtange a mit einem Ausſchnitte, wie er an den Steurungsſtangen für Maſchinen von niederm Drucke üblich iſt. In Fig. 21 ſieht man dieſen Ausſchnitt bei a in der Zugſtange beſonders abgebildet. Der Schlitz im Hebel b macht es möglich, den Zapfen c näher oder entfernter von der Welle d, an die der Hebel befeſtigt iſt, und die er in eine ſchwingende Hin- und Herbewegung verſetzt, zu befeſtigen, und dadurch die Schwingungen des Hebels c, und die davon abhängige Hubhöhe der Speiſepumpe beliebig nach den Umſtänden zu vergrößern und zu verkleinern. Die Welle d dreht ſich in Lagerböcken e, die an die Cyſterne der Pumpe angeſchroben ſind, und trägt zugleich den Bewegungshebel f für die Kolbenſtange g der Pumpe und ihren Kolben, welche erſtere durch ein Charnier mit dem Kolben beweglich verbunden iſt. Ich laſſe hier, ſo wie auch an den Dampfmaſchinen ſelbſt, alle Bolzen- oder Zapfenlöcher der Charniere mit Stahl ausfüttern, der beim Abſchmieden in dieſelben hineingeſchweißt und nachher abgehärtet wird, und ſetze, um mich des gewöhnlichen Ausdrucks zu bedienen, alle Bolzen oder Zapfen ein, damit ihre Oberfläche glashart werde. Ich habe eine ſolche Maaßregel bei Gelenken oder Charnieren, die einigermaßen dauerhaft ſein und längere Zeit fleißig arbeiten ſollen, als unumgänglich nothwendig erfunden. Ausfütterungen der Löcher mit Meſſing nützen wenig. Sie arbeiten ſich bald aus, und dann wird das Gelenk ſchlottrig. Iſt es aber erſt ſchlottrig, ſo iſt ſein ſchneller Untergang unvermeidlich. Verfertigt man die Charniere von bloßem Eiſen, wie es gewöhnlich geſchieht, ſo reiben ſich gleiche Metalle auf einander,

Digitized by Google

und noch dazu von einer Gattung, die sich in diesem Falle sehr schnell abnutzt. Charniere mit stählernen glasharten Buchsen und eingesetzten, auf ihrer Oberfläche gleichfalls hart gemachten, Bolzen, arbeiten, wenn sie gehörig geschmiert werden, nach meiner Erfahrung mehrere Jahre, ehe sie irgend einer Reparatur bedürfen. Sie schlottern nicht, selbst wenn sie vielen Stößen und Erschütterungen ausgesetzt sind. Ich kann diese Methode, Gelenke und Charniere anzufertigen, die jetzt auch schon in allen bessern Werkstätten eingeführt ist, deshalb nicht genug empfehlen. Ich wende sie auf alle Gelenke meiner Maschinen, selbst auf die des Gouverneurs an.

Den Hebel b pflege ich in den meisten Fällen nach oben zu verlängern, und ihn mit einem Handgriffe zu versehen. An diesem Handgriffe kann man in Fällen, wo es erforderlich werden sollte, die Pumpe mit der Hand in Bewegung zu setzen, nachdem man die Zugstange a mit ihrem Ausschnitte von dem Zapfen c abgehoben hat. Das Ausheben der Stange geschieht an einem Handgriffe, womit die Zugstange bei i versehen ist.

Meine Speisepumpen sind immer Kolbenpumpen [1]). Ich ziehe diese den Stempelpumpen mit solidem Stempel vor. Die Erfahrung hat mich dahin geführt, und sie muß immer des Maschinenbauers erste Autorität sein. Warum der größere Vortheil auf Seiten der Kolbenpumpen sei, wage ich nicht zu beantworten. Die Erfahrung macht oft die künstlichsten Calculationen zu Schanden, und löset die triftigsten Gründe in ein Nichts auf, ohne uns genaue Rechenschaft zu geben und genügende Belehrung zu ertheilen. In Fig. 23 habe ich eine meiner Speisepumpen in ihrer Cysterne, und zwar in perpendiculärem Längsdurchschnitte, vorgestellt. Sie besteht aus einem messingenen Cylinder a, der gut und genau ausgebohrt und polirt ist. Am untern Ende desselben ist ein Seitenrohr b angebracht, das in den Ventilkasten c führt. Beide Theile sind

1) Den von mir gemachten Unterschied zwischen Kolbenpumpen und Stempelpumpen sehe man in Dingler's polyt. Journ. B. XXVIII. S. 426 unten in der Note.

Digitized by Google

mit dem Cylinder aus einem Stücke gegossen. In dem obern Theile dieses Kastens befindet sich das Entleerungsventil d, in einer, an das untere Ende des Ventilkastens angeschrobenen Büchse e das Saugventil f. Die Ventile haben dreieckige Stiele. Die 3 Flächen an den Stielen sind, um dem Wasser größere Durchströmungsöffnungen zu geben, in derselben Weise ausgefurcht, wie an dem oben beschriebenen Sicherheitsventile. Der Stiel des Saugventils hat unten bei g eine dünne cylindrische Verlängerung h mit einem Knopfe. Unter diesem Knopfe liegt auf dem Boden der Cysterne ein kleiner Hebel i, der, wenn er an dem Drahte k aufwärts bewegt wird, gegen den Knopf des Ventils drückt, und dieses lüftet. Eine Folge davon ist, daß nun das von der Pumpe aufgesogene Wasser bei jedem Hube immer wieder in die Cysterne zurücktritt, und auf diese Weise die Pumpe kein Wasser in den Kessel fördert, wenn gleich ihre Bewegung fortgeht. Damit der Draht k mit dem Hebel i in der gelüfteten Lage erhalten werden könne, ist ersterer auf seinem obern, aus der Cysterne hervorragenden Ende mit einer kleinen Kugel l versehen. Diese ruht auf der gebogenen Stütze m, wenn der Draht in einen Schlitz des obern horizontalen Theils dieser Stütze geschoben wird, und verhindert sein Zurücksinken in die frühere niedrigere Stellung. In Fig. 29 sieht man die Stütze m besonders, und zwar von oben, vorgestellt, in welcher Stellung derselben man den bezeichneten Schlitz bei a deutlicher vor Augen hat. Ich habe diese einfache Vorrichtung, Druckpumpen außer Thätigkeit zu setzen, schon länger als 20 Jahre angewandt, und deshalb die Priorität der Erfindungen gegen Herrn John Potter für mich in Anspruch genommen, der in Gill's technical Repository, N. 61 [1]) sich dieselbe zuzueignen scheint. Sie hat den großen Vortheil, daß sehr wenig Kraft erfordert wird, um die Hemmung zu bewirken. Oft reichen wenige Loth hin, um das Saugventil, vorzüglich wenn seine eigenthümliche Schwere durch

1) Uebersicht in Dingler's polytechnischem Journal Band XXIV. S. 309.

Vorrichtungen balancirt wird [1]), zu heben und in dieser Stellung zu erhalten. Dieser Umstand ist von ganz vorzüglichem Werthe, wo nur wenige Kraft zu einer sich selbst regulirenden Hemmung vorhanden ist, z. B. wo man nur sehr kleine Schwimmer im Kessel anwenden kann, oder die Hemmung durch sehr kleine Gouverneure oder Moderatoren bestreiten lassen will. Die gewöhnlich üblichen Hähne an den Saugröhren, um das Wasser von der Pumpe abzuschließen, wenn eine Hemmung ihrer Wirkung beabsichtigt wird, kommen leicht in Unordnung, werden undicht und lassen dann Luft in's Saugrohr, auch sind sie eine besondere Zugabe zur Pumpe, während die von mir empfohlene Hemmung durch das Saugventil selbst bestritten wird, und keines eigenen Organes, wie die berührten Hähne sind, bedarf. Bei Anwendung meiner Hemmungsmethode wird auch von der Dampfmaschine die Kraft erspart, die zur Bewegung der Speisepumpe nöthig ist. Dieser Vortheil springt dann recht in die Augen, wenn Druckpumpen bei hydraulischen Pressen auf diese Art unthätig gemacht werden. Bei ihnen bewirkt diese Hemmungsmethode eine Ersparung beinahe des ganzen, zum Betriebe der Druckpumpe nöthigen Kraftaufwandes, während der Druck in der Presse auf keine Weise nachläßt [2]). Da der Kolben einer Druckpumpe, deren Saugrohr durch einen Hahn abgeschlossen wird, bei jedem Hube eine Leere bilden muß, die bei Undichtheiten an dem Körper der Pumpe oder an ihrem Kolben leicht Ursache von eindringender Luft wird, so ist auch in dieser Rücksicht meine Hemmungsmethode sehr vortheilhaft und empfehlenswerth.

---

1) Solche Vorrichtungen habe ich angegeben in Dingler's polyt. J. B. XXVIII. S. 430.

2) Hr. Maschinenbauer Hummel in Berlin wendet diese Hemmungsmethode in einer sehr ausgedehnten und höchst genialen Weise in seinen schönen hydraulischen Pressen ganz in derjenigen Weise an, die ich vor 13 Jahren im Dingler'schen polyt. Journ. B. XXVIII. S. 430 beschrieben und schon 6 Jahre vorher bei der hydraulischen Presse einer Oelmühle angewandt habe. Man vergleiche hier die von Herrn Fabrikencommissionsrathe Brix herausgegebene kleine Schrift über die hydraulischen Pressen des Herrn Hummel.

Digitized by Google

Das Eindringen von Luft verhüte ich bei meiner Speisepumpe auf eine sehr einfache Weise theils dadurch, daß ich kein Saugrohr anwende, sondern die Pumpe unmittelbar aus der Cysterne schöpfen lasse, und sie ganz unter das Wasser der Cysterne untertauche, so daß die obere Oeffnung ihres Cylinders gegen 2 bis 3 Zoll unter dem Wasserspiegel liegt, theils dadurch, daß ich da, wo die Höhe der Pumpe dies nicht gut gestattet, oben auf dem Cylinder eine tiefe schalenförmige Erweiterung, Fig. 22, a, anbringe, die ich mit Wasser fülle. In dieser erhält sich immer eine genügende Quantität davon, um alle Luft vom Kolben abzuhalten, und dies um so mehr, wenn der Kolben nicht gehörig dicht arbeitet. Selten tritt nämlich beim Aufgange desselben so viel Wasser vor dem Kolben vorbei in die Pumpe zurück, als bei seinem Drücken in die Erweiterung dringt, indem der Unterschied des Drucks auf beiden Seiten des Kolben beim Drücken weit größer als beim Saugen ist. Den Ueberfluß an Wasser in der Erweiterung leite ich durch eine kleine Röhre b in die Cysterne zurück. Es wird Jedem einleuchten, daß der vorliegende Zweck durch diese Anordnungen durchaus befriedigend erfüllt werde, indem nun die Pumpe mit der Luft in gar keine Berührung kommt. Seitdem diese Einrichtung von mir getroffen ist, haben meine Speisepumpen selten ihren Dienst versagt, sie müßten denn in jeder Hinsicht vernachlässigt worden sein, oder mit sehr unreinem Wasser gearbeitet haben. In vielen Fällen wirkten sie noch zufriedenstellend, als selbst ihre Kolbenliederung sich schon in einem schlechten Zustande befand.

Fürchtet man, daß beim Versagen oder etwanigen Aufhören des Wasserzuflusses in die Cysterne, und einem dadurch bedingten starken Sinken des Wasserstandes darin, das Saugventil endlich Luft ziehen sollte, so ist diesem Uebelstande durch einen kleinen Schwimmer leicht abgeholfen, der das Saugventil lüftet, sobald das Wasser der Cysterne unter die gesetzliche Höhe fällt. Es geht dann das aufgesogene Wasser immer wieder in die Cysterne zurück, und der Wasserstand bleibt auf einem Punkte stehen, wo es unmöglich wird, daß das Saugventil

Digitized by Google

Luft anſauge. Ich lege indeſſen wenig Werth auf ſolche Künſtelei. Zweckmäßig conſtruirten Speiſepumpen wird ein wenig eingedrungene Luft für die Länge nicht ſchädlich.

Ich wende zum Speiſewaſſer ſtets friſches und kaltes Waſſer an, und nehme durchaus keinen Tropfen von den aus dem Exhauſtionsrohre kommenden, aus verdichteten Dämpfen entſtandenen Waſſer zu Hülfe. Zwar iſt letzteres Waſſer ſo gut als deſtillirtes, und ſetzt keinen Keſſelſtein im Keſſel ab, es führt jedoch vieles Fett von der Kolben- und Kolbenſtangenſchmiere mit ſich, und nimmt deshalb eine milchigte Farbe und eine ſeifenartige Beſchaffenheit an. Vermiſcht ſich dieſes Waſſer mit dem kalten der Cyſterne, ſo gerinnt das darin enthaltene Fett und legt ſich an die Pumpentheile an, verſchmiert, verkleiſtert und verſtopft die Ventile, ſo daß alle Augenblicke Störungen in der Wirkung der Pumpe eintreten. Friſches und kaltes Waſſer hat, als Speiſewaſſer benutzt, zwar den Nachtheil, daß es im Keſſel, bevor es die zur Dampfentwicklung nöthige Temperatur erreicht, etwas mehr Wärmeſtoff verbraucht als ein erwärmtes, es kann jedoch der Wärmeverluſt in dieſem Falle nicht groß ſein, da Maſchinen mit niederm Drucke das Waſſer ja auch nur höchſtens mit einer Temperatur von 30° Reaum. in den Keſſel liefern, und unter allen Umſtänden überhaupt kein heißeres Waſſer als ſolches von 80° Reaum. in den Keſſel geſchafft werden kann, ſelbſt wenn der aus der Maſchine abſtrömende Dampf zur Erwärmung deſſelben benutzt wird. Ein bis zur Temperatur der im Keſſel entwickelten Dämpfe erhitztes Waſſer muß aber noch einen Zuſchub von mehr denn 40° erhalten, bevor es Dämpfe zu entwickeln beginnt, dann endlich aber noch $5\frac{1}{2}$ mal ſo vielen Wärmeſtoff aufnehmen, um ganz in Dampf verwandelt zu werden, als nöthig war, um es auf den Siedepunkt zu heben. Bei einem ſo großen Bedarf an Wärmeſtoff, um aus Waſſer Dampf zu entwickeln, kann es auf einige 20 Grad mehr oder weniger nicht groß ankommen, und diejenigen, die in einer geringen Temperaturerhöhung des Speiſewaſſers eine große Quelle der Brennſtofferſparung bei Dampfmaſchinen ſuchen oder gefunden

Digitized by Google

zu haben glauben, übertreiben unfehlbar, zumal wenn ſie den Maſchinen mit niederm Drucke darum einen Vorzug vor den Hochdruckmaſchinen beilegen wollen, weil dieſe unter allen Umſtänden doch lauliches Waſſer für die Keſſel da liefern, wo es in den Hochdruckmaſchinen entweder kalt oder erſt durch mehr oder weniger künſtliche Vorrichtungen erwärmt, zur Speiſung verwandt werden kann. Solche Leute bedenken nur nicht, mit welchen Verluſten an Dampf und Wärmeſtoff dieſes lauliche Waſſer aus der Maſchine mit niedrigem Drucke erhalten wird. Thäten ſie das, ſo würde der Nimbus, mit dem ſie auch in dieſer Beziehung die Maſchinen mit niederm Drucke ſo gerne auf Koſten der Hochdruckmaſchinen umgeben möchten, immer mehr verſchwinden.

Aber auch ein anderer Einwurf gegen die Anwendung von friſchem und kaltem Waſſer zur Speiſung der Dampfkeſſel, der nämlich, daß aus ſolchem Waſſer mehr Keſſelſtein gebildet werde, läßt ſich dadurch ſehr entkräften, daß in Keſſeln für Maſchinen von höherm Drucke der Keſſelſtein faſt immer locker und ſtückig bleibt, daher leicht und ohne große Umſtände und Apparate aus demſelben entfernt werden kann.

Wird der aus den Hochdruckmaſchinen kommende Dampf zum Heizen großer Räume gebraucht, ſo kann man die aus den Heizröhren kommenden verdichteten Dämpfe in die Cyſterne der Speiſepumpe zurückleiten, jedoch hat man in dieſem Falle wohl dahin zu ſehen, daß man das unmittelbar aus der Maſchine kommende und mit Schmiere vermiſchte Waſſer nicht mit jenen vermenge, was ſehr leicht dadurch verhütet wird, daß man gleich am Exhauſtionsrohre der Maſchine eine Erweiterung anbringt, von welcher ein Ableitungsrohr jenes Waſſer abführt, ehe es in die Dampfheizung übergeht. Von der Dampfheizung muß dann ein eigenes Rohr, welches alle in der Röhrenleitung ſich ſammelnden verdichteten Dämpfe aufnimmt, in die Cyſterne geleitet werden.

Will man Speiſewaſſer erwärmen, ſo geſchieht es am zweckmäßigſten in ſogenannten Vorwärmern, in welche es die Speiſepumpe kalt einfördert, und in denen ihm entweder durch

Digitized by Google

die aus der Maſchine kommenden Dämpfe, oder durch die aus dem Ofen entweichende Hitze, eine höhere Temperatur mitgetheilt wird. Dieſe Vorwärmer bilden dann einen Theil des Keſſels, und das Waſſer unterliegt darin demſelben Drucke, dem es im Keſſel ausgeſetzt iſt. Sie können aus Röhren beſtehen, die die letzte Hitze des Ofens aufnehmen, und an denen ſie wegen ihrer niedern Temperatur noch reichen Abſatz findet. Wird das Waſſer auf dieſem Wege auf den Siedpunkt erhoben, ſo läßt es in den Vorwärmern ſchon den größten Theil ſeines Keſſelſteins fallen, und dieſe Vorwärmer ſind dann nur vorzugsweiſe zu reinigen. Wendet man die aus der Maſchine abſtrömenden Dämpfe zur Heizung der Vorwärmer an, ſo wird das Waſſer, da es unter hohem Drucke ſteht, nie den Siedpunkt erreichen, ſondern höchſtens eine Temperatur von 80° R. annehmen können. Zu dieſem Zwecke iſt eine Anordnung der Vorwärmer in der Art, wie man ſie bei den erſten Hochdruckmaſchinen von Trevithik (vid. Christian traité de mécan. industr. Planch. 25, Fig. 3, 5 und 6) anwandte, höchſt zweckmäßig, und daher ſehr zu empfehlen.

Zuweilen bringe ich in meinen Speiſepumpen auch die Saugventile unten auf dem Boden der Pumpencylinder an. Sie liegen dann in einem angeſchrobenen Röhrenſtücke. Wie leicht einzuſehen, muß in dieſem Falle die Pumpe aber vermittelſt des obern Endes ihres Cylinders mit der Cyſterne verbunden werden, damit das Saugventil unten frei ſpielen und ſein Lüftungsapparat ungehindert angebracht werden könne.

Die Ventile meiner Speiſepumpen baue ich unbeſchadet ihrer Stärke und Dauerhaftigkeit möglichſt leicht, vorzüglich das Saugventil, damit es beim Saugen der Pumpe ſchnell ſich lüften könne. Die dreieckigen Stiele derſelben müſſen wenigſtens eine Durchflußöffnung geben, deren Querſchnitt noch dem vierten Theil des Pumpencylinderquerſchnitts gleichkommt. Auch dürfen ſie nicht allzufleißig in den für ſie beſtimmten Canälen arbeiten, weil ſich ſonſt leicht Unreinigkeiten zwiſchen ihre Kanten oder Rippen und den Canälen ſetzen. Es iſt genug, wenn der Stiel nur ſo viel Führung giebt, daß das Ventil beim

Digitized by Google

Niederfallen seinen Sitz nicht verfehlt. Die Rippen der Stiele sollte man nie zu scharf machen, da sie sich in diesem Falle leicht wegarbeiten und schlottrig werden. Sehr wohl wird man thun, wenn man die Länge der Stiele wenigstens die doppelte ihres Durchmessers sein läßt, um vor Aufsetzungen des Ventils und Einklemmungen ihres Stieles sicher zu sein. Die dichtende conische Fläche des Ventils muß nur schmal sein, d. h. ihre Breite nie mehr als $\frac{1}{8}$ des Kegeldurchmessers betragen. Diese Breite ist für alle Fälle, selbst beim stärksten Drucke, hinreichend, wenn anders die Ventile und ihre Sitze, so wie die ganze Speisepumpe nicht von zu weichem Messing genommen sind. Die Dichtungsfläche muß conisch genug sein, um sich nicht zu stark in ihren Sitz einzudrücken und so fest zu klemmen. Ich empfehle, diese Fläche in einem Winkel von 45° gegen die Achse des Ventils zu stellen [1]). Häufig habe ich die Erfahrung gemacht, daß der ringförmige Raum zwischen dem Rande des Ventilkopfes und den Wänden der Ventilbüchse so schmal gebaut wird, daß ersterer beim Auf- und Absteigen diese Wände beinahe berührt, folglich den Durchgang des Wassers fast ganz versperrt. Dieser ringförmige Raum sollte nie schmäler sein, als der vierte Theil des obern Kegeldurchmessers des Ventils. Das Entleerungsventil kann eher einen kleinern Durchmesser als das Saugventil haben, jedoch ist es auf jeden Fall vorzuziehen, wenn beide Ventile von gleicher Größe sind [2]).

---

1) J. Perkins nimmt die dichtende Fläche äußerst schmal und den Sitz fast ganz scharf, und gewiß nicht mit Unrecht. Nur müssen beide bei sehr hohem Drucke dann von sehr harten Metallen gearbeitet werden, damit sie sich nicht zu schnell abnutzen und ausarbeiten. Herr Perkins nimmt beide Theile von hartem Stahl.

2) In den Speisepumpen der Locomotiven wendet man jetzt sehr häufig Kugelventile an, indem man gefunden hat, daß sie nicht so leicht in Unordnung kommen, als die Kegelventile. Die Sache hat viel für sich; denn Kugelventile wechseln während ihrer Oeffnung und ihres Wiederzufallens beständig ihre dichtende Fläche, und fremde Körper kommen dadurch immer wieder aus dem Bereiche der auf einander schließenden Flächen des Ventils und seines Sitzes.

Digitized by Google

An manchen Speisepumpen sieht man die Saugventile kleiner als die Entleerungsventile. Man kann das Saugventil durch die Oeffnung des Entleerungsventils in den Ventilkasten einsetzen und wieder herausnehmen, auch von da aus einschmirgeln. Diese Einrichtung hat für die Maschinenbauer bei Anfertigung der Speisepumpen manche Bequemlichkeit, indem er nun keines besonders eingeschrobenen Einsatzstückes für den Sitz des Saugventils bedarf; auch gewährt sie den Vortheil, daß man in allen Fällen von oben zum Saugventile kommen kann, ohne die Pumpe aus der Cysterne zu nehmen. Ich habe solcher Bequemlichkeit wegen bei den von mir zuletzt ausgeführten Speisepumpen diese Einrichtung nachgeahmt, und ich kann sagen, daß sie mich in jeder Hinsicht zufrieden gestellt, wenigstens durchaus keine Nachtheile für die regelmäßige Wirkung der Pumpen gehabt hat.

Bei kleinen Speisepumpen, deren Ventile am leichtesten in Unordnung kommen, und durch Unreinigkeiten im Wasser undicht werden, ist es sehr zu empfehlen, die Vorrichtung zur Lüftung des Saugventils stark zu machen und so einzurichten, daß es möglich wird, beim Lüften des Saugventils durch Anstoßen seines Kopfes gegen den Entleerungsventilstiel, dieses Ventil mit zu heben. Man kann auf diese Weise eine starke Rückströmung des Wassers vom Kessel in die Cysterne bewirken, wodurch oft fremde Körper zwischen den Dichtungsflächen der Ventile entfernt werden.

Das Entleerungsventil muß durch einen Stift, der durch die Wand des über dasselbe geschrobenen Röhrenhutes des Speiserohres völlig wasserdicht getrieben ist, an zu hohem Steigen verhindert werden, da es sich sonst vor die, aus dem Hute in das Speiserohr führende Oeffnung legen, und den Abfluß des Wassers in dieses hemmen würde. Der Stift ist Fig. 23, Tab. I, bei n abgebildet. o ist daselbst der über das Ventil geschrobene Hut des Speiserohres p. Damit es an einem Anhaltspunkte an meinen Ventilen nicht fehle, woran sie beim nöthigen Einschmirgeln gefaßt werden können, ist der halbrunde Kopf desselben wie eine Holzschraube eingeschnitten. In den

Digitized by Google

Einschnitt wird ein Schraubenzieher gesetzt, wenn das Schmirgeln vor sich gehen soll [1]).

Ich nehme den Durchmesser der Speisepumpen in Verhältniß zum Hube gerne klein. Dies hat nicht allein den Vortheil, daß die Liederung leichter und dichter herzustellen ist, sondern daß sie auch nicht so viele Friction verursacht, und daß etwa eingedrungene Luft eine Schicht unter dem Kolben bildet, die mehr Höhe als Durchmesser gewinnt, bei der Bewegung des Kolbens also eher vor die in die Ventilbüchse führende Seitenöffnung gebracht wird, wo sie leicht durch die Entleerungsklappe entweicht und so unschädlich gemacht wird. Um diese Luftschicht aber möglichst immer vor die Seitenöffnung zu bringen, habe ich es zweckmäßig gefunden, den Kolben bei jedem Hube so sehr als möglich derselben sich nähern zu lassen, oder ihn unten mit einem cylindrischen massiven Stücke zu versehen, das die Pumpenwände fast berührt, und bei jedem Hube immer ein wenig über die Seitenöffnungen herübertritt. Um der Luft aber zwischen demselben und den Wänden des Cylinders Spielraum zu geben, lasse ich die cylindrische Seitenfläche dieses Kolbenstückes da, wo sie vor die Seitenöffnung tritt, etwas ausfeilen. Diese Kolbenverlängerung hat den Vortheil, daß bei jedem Hube des Kolben die Luft bis unter die Oeffnung herabgetrieben wird und durch diese in die Ventilbüchse treten kann, selbst wenn der Hub des Kolben kleiner gestellt wird.

Die Kolbenliederung kann, da die Pumpe kalt arbeitet, füglich von Leder construirt werden, indessen ist dies dennoch

---

1) Ich manchen Fällen habe ich statt des Stiftes n, der das zu hohe Steigen des Entleerungsventils verhindert, diesem zu hohen Steigen durch einen besondern Bau des Hutes o vorgebeugt. Ich legte nämlich durch denselben eine kleine schmale Brücke, die dem Wasser den Abzug genügend verstattet, und gegen welche der Kopf des Ventils stößt, wenn er zu hoch steigt, oder schrob auf den Kopf des Ventils ein kleines schmales Querstück, breiter als der Kopf desselben, welches mit seinen beiden äußersten Enden bei zu starker Lüftung des Ventils gegen die innern Seitenwände des Hutes stößt.

Digitized by Google

mit einiger Gefahr verbunden, indem es zuweilen sich ereignet, daß sich ein fremder Körper in's Entleerungsventil setzt, und dieses undicht macht, worauf das heiße Wasser des Kessels in die Cysterne tritt, und dieses oft so stark erhitzt, daß dem Leder des Kolben dadurch Nachtheil erwächst. Es ist dies ein großer Uebelstand, der den Kessel, wenn er nicht bald bemerkt wird, leicht auf eine schädliche und gefährliche Weise von Wasser entleeren kann. Ihm ist nur auf zweierlei Weise vorzubeugen, entweder dadurch, daß man 2 Entleerungsventile anwendet, die über oder hinter einander liegen, so daß das Wasser sie nach der Reihe passiren muß, oder daß man das Speiserohr in einen der obern Cylinder des Kessels eintreten und nur 2 Zoll tief in's Wasser desselben eintauchen läßt, so daß nun beim Sinken des Wassers unter demselben kein Wasser, sondern nur Dampf mehr aus dem Kessel in die Cysterne entweichen kann. Ersteres Mittel dürfte indessen das gerathenste sein, da nicht anzunehmen ist, daß beide Ventile je ihren Dienst zu gleicher Zeit versagen sollten. Ein aufmerksamer Maschinenwärter wird das Eintreten des berührten Umstandes sogleich an dem Sinken des Wasserspiegels im Kessel, dem Dampfen des Speisewassers in der Cysterne, und einem Heißwerden des Speiserohres, welches bei regelmäßiger Wirkung der Pumpe bis zum Kessel hin immer kalt bleibt, bemerken, und durch ein Zudrehen des Hahnes am Speiserohre, nach vorheriger Lüftung des Saugventils, eine weitere schädliche Entleerung des Kessels von Wasser schnell zu verhüten wissen. Der berührte Abschlußhahn am Speiserohre muß des erwähnten Vorfalls wegen nie an einem Speiserohre fehlen, abgesehen davon, daß er ein höchst nothwendiges Organ bei jeder an der Speisepumpe vorkommenden Unvollkommenheit ist, indem er allein eine schnelle Hülfeleistung an dieser verstattet, ohne daß der Gang der Maschine unterbrochen zu werden braucht.

Eine Lederliederung habe ich in späterer Zeit mit vielem Glücke so angeordnet, daß ich den Kolben da, wo die Liederung liegen soll, so viel ausdrehe, daß das Leder, in diese Vertiefung eingelegt, den Pumpencylinder genau genug ausfüllt,

Digitized by Google

um einen dichten Kolbengang zu bewirken. Das Leder muß ſowohl nach der Längen- als Breitenausdehnung die Vertiefung genau ausfüllen. Die Enden werden beim Umlegen desſelben um den Kolben ſtumpf zuſammengeſtoßen, nachdem ſie gehörig grade geſchnitten wurden. In Fig. 30 und 31 Tab. I. ſieht man einen ſolchen Kolben, und zwar in Fig. 30 ohne und in Fig. 31 mit der ledernen Liederung. Bei a Fig. 30 iſt die zur Aufnahme des Leders beſtimmte Vertiefung abgebildet, in Fig. 31 bei a ſieht man die durch das Zuſammenſtoßen der Enden des Leders entſtehende Fuge. Sie wird beim Anquellen des Leders durch's Waſſer völlig dicht und braucht nicht genäht zu ſein. Hält man nämlich beim Einſetzen des Kolben in die Pumpe das Leder, vorzüglich in der Gegend, wo ſeine Enden zuſammenſtoßen, recht genau um den Kolben herum feſt, ſo kann man daſſelbe mit dem Kolben vereinigt ohne Noth und Beſchwerde in den Pumpencylinder hineinſchieben, vorzüglich wenn die obere Oeffnung des letztern ein ganz wenig coniſch erweitert gearbeitet wird. Um das Einſchieben des Kolbens zu erleichtern, und ſeine Reibung in der Pumpe zu vermindern, beſtreicht man die äußere glatte Seite des Leders mit Talg. Eine ſolche Liederung iſt, wenn ſie einmal verdorben wird, ſehr leicht und ſehr ſchnell mit einer andern neuen auszuwechſeln, und ſteht, wenn obiger Umſtand nicht eintritt und das Leder verbrüht wird, ſehr lange. In einer meiner Speiſepumpen hat ſie länger als ein Jahr ausgehalten.

Hat man indeſſen Furcht vor Lederliederungen, ſo kann man eine Liederung von locker geſponnenen und nachher zuſammengeflochtenen dünnen Hanf- oder Flachsſträngen anfertigen, die man möglichſt gleichförmig und feſt um den Kolbenkörper wickelt und nach Beſchickung des Kolben damit, in geſchmolzenem Talge tränkt. Solche Liederungen ſchließen zwar ſehr dicht und arbeiten lange ohne Fehler und Nachhülfe, jedoch bei weitem nicht ſo lange als die ledernen. Damit die Stränge um ſo feſter an dem Kolben haften, laſſe ich die dieſelben aufnehmende Vertiefung des Kolben auf dem Grunde etwas rauh machen, indem ich mit einem ſpitzen und ſcharfen Stahle allenthalben

Digitized by Google

in dicht geordneten Reihen einen aufstehenden Grad aufsetze. Die Kolbenliederung muß nie unter 1½ Zoll lang sein. Nur an Kolben, die weniger als 1 Zoll Durchmesser haben, mache ich sie niedriger. Bei solchen über 2 Zoll Durchmesser aber verhältnißmäßig höher. Als Regel mögte ich aufstellen, die Höhe der Liederung wenigstens immer dem Kolbendurchmesser gleich zu machen, und dies nicht allein des dichtern Schlusses wegen, sondern vorzüglich aus dem Grunde, um den Kolben zu einer sichern Führung zu verhelfen, die jedes Ecken und Festsetzen desselben verhütet.

Wo man von selbst zulaufendes Wasser hat, oder wo in den durch die Dampfmaschine zu betreibenden Werken Förderungspumpen in Betrieb zu setzen sind, kann man das für die Speisepumpe nöthige Wasser unmittelbar in die Cysterne laufen lassen, und an dem Zuflußrohre einen Hahn mit Schwimmer anbringen, der den Zufluß nach dem Bedürfnisse der Speisepumpe genau regulirt. Ist eine solche Vorrichtung nicht nach Wunsch, so kann man das Wasser auch frei in die Cysterne laufen lassen, und eine Abtragerinne an derselben, und zwar in dem Niveau des gesetzlichen Wasserstandes der Cysterne, anlegen, die den Ueberfluß wieder abführt. In den Fällen, wo es an auflaufendem Wasser fehlt, habe ich lieber eine eigene kleine Pumpe für die Versorgung der Cysterne mit Wasser anlegen, als das Wasser unmittelbar durch die Speisepumpe selbst aus dem Brunnen oder dem Fluß, Bach ꝛc. heraufsaugen lassen. Solche kleine Pumpe kann eine einfache Saugpumpe sein, und durch das Betriebshebelwerk der Speisepumpe zugleich mit in Thätigkeit gesetzt werden. Man wird wohl thun, durch dieselbe eine größere Quantität Wasser in die Cysterne fördern zu lassen, als nöthig ist, diese regelmäßig zu speisen. Das überflüssige Wasser läßt man dann in den Brunnen oder Bach ꝛc. zurücklaufen. An diesem ablaufenden überflüssigen Wasser hat man zugleich immer ein Merkmal, ob die zutragende Pumpe Wasser gebe oder nicht. Ist man wegen des regelmäßigen Zutragens dieser Pumpe in Sorge, so kann ein Schwimmer auf dem Wasserspiegel der Cysterne durch eine kleine Glocke, die er

Digitized by Google

an die sich bewegende Hebelvorrichtung so heranrückt, daß diese während des Hin- und Hergehens des Hebels geläutet wird, ein Merkmal des fehlenden Wassers geben.

Früher brachte ich die Seiher immer vor einem kurzen Saugrohre der Speisepumpe an. Diese Einrichtung hat aber wegen der nöthigen Lüftung des Saugventils einige Schwierigkeiten. Besser thut man, ein sehr feines messingenes Drahtgitter, etwa von 50 bis 60 Drähten auf den Zoll in einen Rahm zu spannen, und diesen in die Cysterne und zwar so zu stellen, daß alle seine Ränder dicht an diese anschließen. Die Cysterne wird dadurch in 2 ungleiche Hälften getheilt, in deren kleinere die zutragenden Apparate ihr Wasser fördern, in deren größerer aber die Speisepumpe steht. Alles zu derselben gehende Wasser muß nun das Sieb passiren und seinen Schmutz absetzen. Um den Rahm an seinen Rändern vollkommen dichtschließend an die Cysterne zu erhalten, kann man ihn in einem Falze gehen lassen, und seine Ränder mit Leder oder Filz benageln. Ein solcher Rahmen kann leicht herausgenommen und sein Drahtgitter gereinigt werden. Die Theilung der Cysterne in 2 ungleiche Hälften empfehle ich aus dem Grunde, um in der größern Hälfte noch Platz für etwanige Schwimmer zu gewinnen. Die Cysterne muß immer zugedeckt sein, damit kein Schmutz in dieselbe dringen könne. Auch ist sehr zu rathen, am Boden derselben einen Abzapfhahn anzubringen, damit man ihr Wasser von Zeit zu Zeit ablassen, und eine Reinigung mit ihr vornehmen könne. Diese Reinigung ist um so öfter nothwendig, je schlammiger und unreiner das Speisewasser ist, welches man anwendet. Auch das Drathgitter ist öfters zu untersuchen und auszubürsten, damit es von Schlamm gehörig frei werde. Oft ist Wasser in dem Grade schlammig, daß man alle und jede Seiher zu entfernen gezwungen ist, indem sich alle Augenblicke die Siebe verstopfen und kein Wasser durchlassen. Dieser Fall ist mir einmal in meinem frühern Wohnsitze, in Klein Wehnendorf, vorgekommen.

Kann man irgend Bach- oder Flußwasser, oder Wasser aus Süßwasserseen zur Speisung des Kessels haben, so ist

Digitized by Google

es auf alle Fälle dem Quell- oder harten Waſſer vorzuziehen, indem es weit weniger Keſſelſtein im Keſſel abſetzt. Jedoch muß man auch vorſichtig mit demſelben nach ſtarken Regengüſſen ſein, wo es gewöhnlich viel Schlamm und erdige Theile mit ſich führt. Auf jeden Fall ſollte man es erſt in große Behälter treten laſſen, in denen es bei ſeinem Durchfluſſe längere Zeit verweilt, und die fremden Beſtandtheile fallen läßt.

Da, wenn kein Luftventil am Keſſel angebracht iſt, dieſer beim Erkalten durch die im Dampfraume entſtehende Leere gewöhnlich ſich ganz voll Waſſer ſaugt, ſo iſt, um dies zu verhüten, unerläßlich, daß man beim jedesmaligen Stillſtande der Maſchine den Abſchlußhahn am Speiſerohre ſchließe.

Hat Jemand beſondere Vorliebe für die Stempelpumpen, ſo rathe ich beim Bau und Gebrauche derſelben dieſelben Vorſichtsmaaßregeln an, die ich bei den Kolbenpumpen empfohlen habe. Man tauche ſie wo möglich ganz unter Waſſer, und laſſe das in die Ventilbüchſe führende Seitenrohr gleich unter der Stopfbüchſe des Stempels aus dem Stiefel treten, damit die Luft, die etwa eindringen ſollte, ſogleich in die Ventilbüchſe übergehen, und ſo aus der Pumpe entfernt werden könne. Man gebe dem Stiefel inwendig keinen zu großen Spielraum um den Stempel herum; derſelbe ſollte höchſtens die Breite des ſechsten Theils des Stempeldurchmeſſers haben. Ventilbüchſe und Ventile und alle übrigen Theile der Pumpe und ihrer Cyſterne können nach der bei den Kolbenpumpen gegebenen genauen Beſchreibung eingerichtet werden. Die Stempel müſſen unter allen Umſtänden von Kupfer oder Meſſing ſein, damit ſie im Waſſer nicht roſten und dadurch unbrauchbar werden.

Ich wende bei meinen Keſſeln gewöhnliche Manometer an, verſehe jedoch das vom Keſſel zum Manometer führende Rohr mit einem Sperrhahne. Dieſes iſt um ſo nöthiger, als ſonſt das Erkalten des Keſſels und die dabei entſtehende Luftleere in demſelben das Manometer in Unordnung bringt, indem die Luft aus den Röhren deſſelben entweicht. Scheint

Digitized by Google

Jemandem der ebengenannte Abſchlußhahn noch nicht Sicherheit genug zu gewähren, ſo verſehe man den Keſſel lieber noch mit einem empfindlichen Luftventile [1]), welches beim Erkalten deſſelben der atmoſphäriſchen Luft einzutreten erlaubt. Damit kein Dampf unmittelbar in das Manometer dringe und es erhitze, was unrichtige Reſultate verurſachen würde, leite man das vom Keſſel in das Manometer führende Rohr zuerſt eine Strecke abwärts. Es ſammelt ſich dann Waſſer in demſelben an, und bleibt für immer darin. Dieſes Waſſer dient dann als Medium zwiſchen dem Dampf und dem Manometer, und überträgt den Druck des erſtern ſehr genau auf das Queckſilber des letzteren, ohne der Hitze den Durchgang bis dahin zu geſtatten. Man hüte ſich aber wohl, das Verbindungsrohr vom Waſſerraume des Keſſels ausgehen zu laſſen. Man würde bei einer ſolchen Maaßregel dieſes Rohr vom Keſſelſtein und von den Unreinigkeiten, die jedes Waſſer im Keſſel nach und nach abſetzt, bald verſtopft ſehn.

II.

Schon ſeit 25 Jahren beſchäftigte mich der Plan zu einem Röhrenkeſſel, bei welchem die Röhren in mehreren Reihen über einander, und ſo gelegt ſein ſollten, daß die der nächſten Lage über den Zwiſchenräumen der unter ihr befindlichen Lage zu liegen kämen, wo alsdann die nach oben zwiſchen ihnen durchgeleitete Hitze gezwungen würde, beinahe ſenkrecht gegen ihre untere Fläche zu ſtoßen, und in dünnen Striemen, in wirbelnder Bewegung und im Zickzacke zwiſchen ihnen durchzugehen, ſtets aufgehalten in ihrer Strömung durch die nächſtfolgende Röhrenlage, jeden Augenblick gezwungen, eine andere Richtung zu nehmen. Es lag mir klar vor, daß, wenn die Hitze auf ſolche Weiſe eine angemeſſene Anzahl von Röhrenreihen durchſtrömen

1) Die Luftventile haben aber auch dieſelben Mängel, die den Sicherheitsventilen vorzuwerfen ſind, d. h. ſie kleben häufig an, und müſſen oft gelüftet werden, um ſie gelenkig zu erhalten.

Digitized by Google

würde, eine vollkommenere Verwendung derselben Statt finden müsse, als da, wo sie, wie bei dem vorigen Kessel, parallel mit den Wänden der zu erhitzenden Gefäße in dicken Striemen, und zwar in schnellem Zuge, an denselben hingeleitet werde.

Immer blieb mein Plan indessen unausgeführt, weil ich bei aller Mühe, die ich mir gab, und trotz aller Versuche, die ich anstellte, kein genügendes Mittel ausfindig machen konnte, eine größere Anzahl so über einander gestellter Röhren in eine solche Verbindnng unter einander und mit den nöthigen Recipienten zu bringen, daß aus jedem Rohre nicht allein der Dampf abgeführt werden könne, ohne die gehörige Speisung desselben im geringsten zu stören, sondern auch so vollkommen vom Wasser geschieden würde, daß selbst bei kleinern Recipienten kein Uebergang von Wasser in die Maschine zu fürchten sei. Erst vor 3 Jahren, als ich den Gegenstand nach einer längern Pause wieder hervorzog, wurde in einem günstigen und hellen Augenblicke von mir endlich die allerdings schwierige Aufgabe sehr schnell gelöset [1]). Ein kleines Modell, welches ich nach dem gebildeten Plane und zwar von Weißblech ausführen ließ [2]), gab

---

1) Es ist immer meine Gewohnheit gewesen, wenn ich lange über eine Materie vergeblich gebrütet habe, sie aus Grundsatz auf längere Zeit auf die Seite zu stellen. Ich habe nämlich immer gefunden, daß glückliche Ideen sich auf keine Weise aus des Menschen Gehirn auspressen lassen, daß sie vielmehr an glückliche Augenblicke geknüpft sind, die, je mehr gesucht, je mehr zurückweichen. Der Mensch erstumpft zuletzt an den interessantesten Materien. Sein Erfindungsgeist, wenn auch noch so rege, so klar, so kräftig, erschlafft unter der Gewalt, die ihm angethan wird, er wird einseitig, verwirrt, schwerfällig bei unablässiger Verfolgung eines Gegenstandes, verliert sich in Nebendingen, operirt verkehrt. Man gönne ihm eine wohlthätige Pause der Ruhe, führe ihn eine Zeit lang auf ein neues, von dem vorigen verschiedenes Feld, und er sammelt und häuft still an neue Kraft. Mit concentrirter Gewalt bricht er endlich dem Blitze gleich hervor, und überstrahlt plötzlich mit hellem Glanze die Bahn, auf welcher er früher jeden Leitstern verlor, und erfolglos suchend umherirrte.

2) Ich habe die Modelle zu sämmtlichen Röhrenkesseln, die ich versuchte, immer aus Weißblech machen lassen, und zwar aus dem Grunde, um auf eine recht einfache Weise zu erfahren und Aufklärung zu erhalten, ob einzelne Röhren oder Röhrenpartieen daran vielleicht dem Trockenkochen aus-

Digitized by Google

die überraschendsten Resultate, und bewies, daß dieser Kessel, selbst bei niederm Drucke, nicht allein jede Gefahr des Trockenkochens seiner einzelnen Röhren entferne, sondern auch den bisherigen Makel fast aller, vorzüglich der neuern Röhrenkessel, das Ueberwallen des Wassers in die Maschine, selbst bei kleinern Recipienten, völlig beseitige.

Ich wende mich gleich zur Beschreibung des Kessels selbst. Er theilt sich in 3 Hauptpartieen, und zwar

1) in die Entwicklungs- oder Siedröhren,
2) in die, die Abführung der Dämpfe aus den Entwicklungsröhren und die Speisung derselben besorgenden Gefäße, oder die von mir sogenannten Herzen, und
3) in die Separatoren und Recipienten.

Um über das Ganze die Uebersicht gehörig zu erleichtern, will ich den Kessel erst mehr im Allgemeinen beschreiben, und die Art seiner Wirkung vor Augen stellen. Später mag dann die Beschreibung seiner einzelnen Theile folgen.

1) Die Entwicklungsröhren sind von einer Linie dickem Kupferbleche und mit Schlageloth zusammengelöthet, haben 4 Zoll äußern Durchmesser, und werden von 4 Fuß 3 Zoll bis zu 6 Fuß 3 Zoll Länge angefertigt, je nachdem man einer größern oder geringern Feuerberührungsfläche bedarf. Sie haben am hintern Ende im Boden eine Oeffnung, die durch eine an- und abschraubbare Schlußplatte verschlossen wird. Sie dient zur Reinigung der Röhren. Ihr vorderes Ende ist an die hintere Platte der Herzen auf eine Weise angeschroben, daß es im Falle der Noth leicht abgeschroben werden kann, wenn z. B. das Rohr verbraucht wäre, und mit einem neuen vertauscht werden sollte. Die innern Räume der Röhren communiciren durch 2 ovale Oeffnungen, die durch die hintere

---

gesetzt wären, oder nicht. Sobald einzelne Röhren oder Röhrenpartieen in Folge dieses Trockenkochens nämlich übermäßig erhitzt werden, schmilzt die Zinnlöthung an denselben, und theils der aus der aufgelötheten Stelle hervordringende Dampf, theils eine spätere Untersuchung des Kessels mit und ohne Füllung desselben mit Wasser verrathen dann die beschädigte Stelle.

Digitized by Google

Platte der Herzen gebohrt sind, und von denen die eine oben, die andere unten liegt, mit dem innern Raume der Herzen. Die obere dient zur Ueberführung der in den Röhren entwickelten Dämpfe in die Herzen, die untere zur Speisung der Röhren mit Wasser von den Herzen aus. Damit die Dämpfe gehörige Neigung gewinnen, der obern Oeffnung zuzuströmen, liegen die Röhren auf 4 Fuß Länge ohngefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll nach hinten geneigt oder gesenkt.

In Fig. 4, Tab. II. sieht man den perpendiculären Längsdurchschnitt eines nach diesem Principe gebauten Kessels in seinem Ofen. Bei A sind die Entwicklungs- oder Siedröhren vorgestellt. a ist ihr hinteres, durch die Schlußplatte verschlossenes Ende; bei b sind sie an die hintere Platte des Herzens B angeschroben. c und d sind die ovalen Oeffnungen, die von dem innern Raume der Herzen in die Röhren führen. Man sieht in dieser Abbildung auch deutlich die nach hinten geneigte Stellung der Röhren.

Ich lege die Entwicklungsröhren in 8 Reihen oder Lagen über einander, und zwar so, daß die Röhren der folgenden Reihe immer grade über den Zwischenräumen der Röhren der unter ihr befindlichen Reihe zu liegen kommen. Diese Maaßregel hat die Folge, daß die verschiedenen Reihen eine ungleiche Anzahl Röhren enthalten, d. h. daß eine um die andere Reihe ein Rohr weniger hat. Auf Tab. II. Fig. 3 ist ein perpendiculärer Querdurchschnitt des Kessels und seines Ofens, in der Gegend seiner Siedröhren genommen, vorgestellt. Man sieht hier die 8 Röhrenreihen in der beschriebenen Stellung über einander. In der ersten, dritten, fünften und siebenten Reihe ist ein Rohr weniger, als in der zweiten, vierten, sechsten und achten vorhanden. Gerne ordne ich die Anzahl der Röhren in den verschiedenen Reihen so an, daß in der untersten Reihe immer die größere Zahl ist. Die Zwischenräume zwischen den Röhren richte ich in der größten Nähe der Röhren unter einander auf $1\frac{1}{2}$ Zoll nach allen Richtungen hin ein [1]). Diese

1) Ich habe später diese Entfernung der Röhren von einander nicht

Digitized by Google

Entfernung hat sich durch die Erfahrung als die günstigste erwiesen. Zwischen den äußersten Röhren der zweiten, vierten, sechsten und achten Reihe und der senkrecht stehenden Ofenwand des Heizraumes im Ofen lasse ich $\frac{3}{4}$ Zoll Spielraum. In welcher Weise die Hitze des Ofens zwischen diesen Röhrenreihen durchströme, ist durch Striche in der bezeichneten Abbildung angegeben.

2) Die von mir sogenannten Herzen [1]) sind flache Kammern von 6 bis 8 Zoll Weite oder Tiefe. Ihre Höhe im Lichten beläuft sich in allen Fällen auf 40 bis 42 Zoll, ihre Breite im Lichten richtet sich jedoch nach der Anzahl Röhren in den verschiedenen Reihen. Als Regel gilt, daß die Herzen immer im Lichten 8 bis 12 Zoll breiter sind, als die größte Breite einer der größern Röhrenreihen. Der Zweck dieser Maaßregel wird sogleich in die Augen springen. Die Herzen sind größtentheils von geschmiedetem Eisen gebaut. Ihre Seitenwände construire ich zuweilen von Gußeisen, aber in einer Stärke,

---

ganz zweckmäßig gefunden. Es setzt sich nämlich zwischen den Röhren leicht Ruß an, und dieser verengt dann die Canäle zwischen denselben in dem Maaße, daß der Zug darunter leidet. Ich werde bei dem nächsten Kessel, den ich in dieser Art baue, diese Entfernungen bis auf 2 Zoll, ja wohl auf $2\frac{1}{4}$ Zoll vergrößern, und dann in der Seitenwand des Ofens Oeffnungen anbringen, von wo aus man mit zweckmäßigen Instrumenten zwischen die Röhren kommen und sie öfters reinigen kann. Die Oeffnungen dürften dann nach dem Heizraume hin durch Mauerwerk, oder gußeiserne, auf einer Seite offene Kasten, die mit Mauerwerk ausgefüllt, und mit Lehm dicht eingesetzt werden, und nach außen durch gußeiserne gut schließende Thüren verschlossen werden. Durch die größere Entfernung der Röhren von einander werden zwar etwas größere Dimensionen der Herzen nöthig, dies wird aber in Absicht auf ihre Sicherheit keinen Nachtheil bringen, auch bleibt diese ihre nöthige Vergrößerung nur in engen Grenzen stehn. Auf Tab. II. Fig. 2 und 3 habe ich die Lage der Reinigungsöffnungen für die Röhren in den Seitenwänden des Ofens bei a. a. punktirt angedeutet.

1) Mir schien diese Benennung passend, indem diese Theile meines neuen Röhrenkessels, so wie das Herz im menschlichen Organismus das Blut, die Circulation des im Kessel enthaltenen Wassers in den Siedröhren und den übrigen Theilen desselben auf eine für die Construction und Wirkung desselben zweckmäßige Weise vermitteln.

Digitized by Google

daß jede Gefahr verschwindet, jetzt jedoch lieber von geschmiedetem Eisen. Die vordere und hintere Schlußplatte derselben sind von sehr starkem Eisenbleche, die vordere von ½zölligem, die hintere von ¾zölligem. Sie werden durch verschiedene Reihen starker Bolzen so an einander gehalten, daß ein Ausweichen derselben, selbst beim stärksten Drucke der Dämpfe, unmöglich wird [1]), auch sind sie an die Seitenwände durch eine verhältnißmäßige Anzahl eben so starker Bolzen angezogen. Die hintere ist mit dem gewöhnlichen Eisenkitte, die andere durch eine Bleidichtung an die Seitenwände angedichtet.

Die Herzen haben die Gestalt eines Vierecks mit ein wenig abgerundeten inwendigen Ecken. In den meisten Fällen übertrifft ihre Höhe ihre Breite; denn mehr als 6 Entwicklungsröhren in einer Reihe mögten nicht anzurathen sein. In Tab. II. Fig. 1, welche Figur eine äußere Frontansicht des Kessels und seines Ofens darstellt, sieht man eins der Herzen in seiner Stellung im Ofen, und zwar von der Fronte des Ofens angesehn, in Fig. 4 bei B dasselbe in perpendiculärem Querdurchschnitte, in Fig. 5 aber in perpendiculärem Längsdurchschnitte vorgestellt. Man erkennt in allen 3 Figuren, vorzüglich in Fig. 1 und 4, leicht sowohl die, die hintere und vordere Schlußplatte an die Seitenwände anziehenden Schraubenbolzen, als diejenigen Bolzen, die ein Voneinander- und Nachaußentreiben der Platten verhüten.

An die hintere Platte sind die Siedröhren in der Weise befestigt, daß sie in eine ringförmige Vertiefung derselben eingreifen, die in die Platte eingefraiset wird. Die ovalen Oeffnungen, die die Communication des innern Raums der Entwicklungsröhren mit dem der Herzen vermitteln, werden so nahe als möglich an die innere obere und untere Wand der Röhren gerückt. Diese Maaßregel ist vorzüglich für die obere Oeffnung von Wichtigkeit, in so ferne als so die Dämpfe in den Röh-

1) Noch nie habe ich die mindeste Ausbauchung an diesen Platten wahrgenommen, selbst bei einem Drucke von 150 Pfund auf den Quadratzoll nicht.

Digitized by Google

ren die Oeffnung leichter erreichen, und aus ihr austreten können, ohne sich erst bis auf einen gewissen Grad anhäufen zu müssen. Die Oeffnungen halten im kurzen Durchmesser 1, im langen $1\frac{1}{2}$ Zoll. Ueber die Art der Befestigung der Röhren an die Platte durch einen Anziehbolzen weiter unten das Nähere.

Von großer Wichtigkeit und sehr eigenthümlich ist die innere Einrichtung der Herzen. Zur Verständlichung derselben wird es nöthig sein, Fig. 5, Tab. II. recht genau vor Augen zu nehmen. In dieser Figur ist nämlich ein Herz im Längsdurchschnitte, und zwar in etwas größerem Maaßstabe abgebildet, und man sieht nur einen Theil der Seitenwände und die hintere Schlußplatte desselben. Auf letzterer sind, der mehreren Deutlichkeit willen, die Enden sämmtlicher Siedröhren im Durchschnitte punktirt durchgezeichnet. Bei a. a. a. a. und b. b. b. b. sieht man die obern und untern ovalen Oeffnungen, die von den Herzen in die Röhren führen. Von diesen Oeffnungen würden zwar die obern die Dämpfe sämmtlicher Siedröhren in den innern Raum der ganz mit Wasser gefüllten Herzen ungehindert überführen, allein das Eindringen aller dieser Dämpfe aus den verschiedenen Dampföffnungen, (so werden die obern ovalen Oeffnungen füglich benannt werden können), dürfte, vollends bei der geringen Entfernung der Einströmungsöffnungen für das Wasser, eine solche Wallung in dem Wasser der Herzen verursachen, daß ein bedeutendes Herauskochen desselben aus ihnen zu fürchten stände, wobei die untern ovalen Oeffnungen der Entwicklungsröhren, welche ich Speiseöffnungen nennen will, bald den regelmäßigen Zufluß an Wasser verlieren müßten. Um nun bei diesen Oeffnungen trotz des Ueberströmens der Dämpfe aus den Entwicklungsröhren in die Herzen, und der dadurch entstehenden großen Bewegung des Wassers in denselben, einen möglichst regelmäßigen und ruhigen Wasserstand zu erhalten, habe ich die in Fig. 5 bei c. c. c angegebenen Scheidewände innerhalb der Herzen angebracht. Sie sind von starkem Eisenbleche, und zwar vermittelst kleiner Lappen an die hintere Schlußplatte der Herzen dampfdicht angeschroben, und reichen bis an die vordere Schlußplatte, an welche sie,

Digitized by Google

wenn dieſe vor die Herzen geſchroben wird, möglichſt dicht anſchließen müſſen. Dieſe Scheidewände liegen, wie die Figur zeigt, nicht völlig horizontal, ſondern ſteigen ſanft nach einer Seite aufwärts, und zwar nach derjenigen Seite, auf welcher das Rohr d die Dämpfe aus dem Herzen in die Separatoren führt. Sie ſind auf beiden Enden umgebogen, und zwar an dem niedrig liegenden Ende nach unten, an dem entgegengeſetzten nach oben, ganz in der in der Figur bezeichneten Form. Dieſe Umbiegungen ſind beſtimmt, die zwiſchen den Scheidewänden entſtehenden Canäle e außerhalb der ovalen Oeffnungen der äußerſten Siedröhren zur Hälfte, und zwar ſo zu ſchließen, daß auf dem niedriger liegenden Ende die obere Hälfte, auf dem entgegengeſetzten Ende die untere Hälfte derſelben geſperrt erſcheint. Durch dieſe Einrichtung und durch die geneigte Lage der Scheidewände werden die ſich unter den Scheidewänden anhäufenden Dämpfe gezwungen, immer nach derjenigen Seite hinzuſtrömen, wo die Canäle e auf der obern Hälfte geöffnet erſcheinen [1]). Sie gleiten dann an den aufwärts gebogenen Enden der Scheidewände nach oben in denjenigen Theil der Herzen hin, der zwiſchen den Scheidewänden und der Seitenwand derſelben völlig frei liegt, und den man als einen ſenkrecht ſtehenden Canal betrachten kann, welcher in den obern aus dem Herzen in die Separatoren übergehenden Canal d überführt. Dieſer ſenkrecht ſtehende Canal iſt in Fig. 5 mit f bezeichnet, und ſeine Breite muß ſich nach der Menge der,

---

1) Sollte die vordere Schlußplatte nicht völlig dampfdicht an den Scheidewänden anliegen, ſo werden an den undichten Stellen zwar Dämpfe von einem zwiſchen den Scheidewänden liegenden Canal in den andern dringen, ſie dürften ihren Weg aufwärts aber immer nur an der vordern Schlußplatte nehmen, und dort in den Strom der an den Scheidewänden hingleitenden Dämpfe übergehn. Die hintere untere, zwiſchen den Scheidewänden vor den untern ovalen Oeffnungen ſich befindende, Waſſerpartie wird durch ſie nicht turbirt werden, ſondern in der für die gehörige Speiſung der Siedröhren durch jene Oeffnungen nöthigen Ruhe verbleiben. Die Erfahrung hat über die Unſchädlichkeit ſolchen undichten Anſchluſſes der Schlußplatte an die Scheidewände bereits ſattſam entſchieden.

Digitized by Google

in den Röhrenreihen liegenden Entwicklungsröhren richten. Ich rechne für jedes Entwicklungsrohr einer der, die größere Anzahl von Siedröhren enthaltenden, Röhrenreihen 1 Zoll Canalbreite. In den senkrechten Canal f strömen sämmtliche, an den verschiedenen Scheidewänden, (die ich Leiter nennen will), hinlaufenden Dämpfe über, und werden durch diesen in den in die Separatoren führenden Canal, und durch letzteren wieder in die Separatoren geführt. Wie leicht zu denken, sind sie auf diesem Wege mit einer großen Masse Wasser gemengt, und treiben dieses mit in die Separatoren über, wobei ein immerwährender Nachschub von Wasser in den Canal f nöthig wird, der theils aus den zwischen den Leitern liegenden Canälen e, theils aus dem untern von Leitern freien Theil g der Herzen bestritten wird.

Es ist nun noch zu betrachten, wie sich bei dieser Einrichtung und diesen Vorgängen das zwischen den Leitern befindliche Wasser verhalte, und wie es möglich werde, daß, während in diesen Canälen eine fortwährende und reichliche Dampfströmung Statt findet, dennoch in der Gegend der untern ovalen Speiseöffnungen ein ungetrübt ruhiger Wasserstand erhalten werden könne. Erwägt man die Lage der Leiter und den Bau ihrer umgebogenen Enden, so wie den Zweck dieser Umbiegungen, so sieht man bald, daß alle in diesen Canälen strömenden Dämpfe nicht allein schon deswegen, weil sie gleich unterhalb der Leiter in die Canäle treten, sondern auch des Umstandes wegen, daß sie specifisch leichter als das in denselben enthaltene Wasser sind, an der untern Fläche der Scheidewände oder Leiter sich sammeln und fortgeleitet werden, wobei theils die geneigte Lage der Leiter, theils der Bau der umgebogenen Enden derselben ihnen die Richtung nach dem aufsteigenden Canale giebt. Sie werden an diesen Leitern einen Striemen bilden, der keine bedeutende Höhe einnehmen, und das im untern Theile der Canäle befindliche Wasser nicht in Unruhe und schädliche wallende Bewegung, sondern höchstens in eine sanfte Seitenströmung in der Richtung der an den Leitern fortströmenden Dämpfe setzen wird, wobei es mit den untern ovalen

Digitized by Google

Speiseöffnungen immer in der nöthigen ruhigen Berührung bleibt, die erforderlich ist, um die Speisung regelmäßig zu beschaffen. Damit der an der untern Fläche der Leiter fortgleitende Dampfstriemen aber keine zu große Fläche erhalte, wird es nöthig sein, die Tiefe der Herzen so einzurichten, daß sie mit der Menge der an den Leitern fortströmenden Dämpfe in einem günstigen Verhältnisse stehe; denn je tiefer die Herzen sind, desto breiter werden die Leiter und desto geringer fällt die Höhe zur Breite des Dampfstriemen aus. Ich rechne auf jedes Entwicklungsrohr einer der die größere Anzahl von Siedröhren enthaltenden Röhrenreihen $1\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe der Herzen.

Entsteht nun aber nach dem Vorhergehenden eine Strömung selbst im Wasser der zwischen den Leitern befindlichen Canäle, so wird diese Strömung in der untern Hälfte derselben dadurch sehr aufgehalten und gemäßigt werden, daß der Canal durch das höher liegende Ende der Leiter unten zur Hälfte geschlossen erscheint, und nur höchstens in der obern, unmittelbar oder nahe an den strömenden Dämpfen grenzenden Wasserpartie, eine geringe Bedeutung gewinnen. Der dadurch entstehende Wasserverlust ersetzt sich dann aus dem senkrechten Canale h der zwischen Leitern und Seitenwand liegenden freien Partie der Herzen, die, dem Canale f entgegensetzt, neben dem niedriger liegenden Ende der Leiter, ganz so wie der Canal f, mit der aufrecht stehenden Seitenwand der Herzen parallel sich erstreckt. Diesem Canale wird am untern Ende aber, zum Ersatz des ihm entzogenen Wassers, immer ein Strom desselben aus dem Recipienten, und zwar durch ein Rohr i zugeführt, welches an der Seitenwand des Herzens abwärts geht, sich 3 Zoll vom Boden des Canals ausmündet, und bei gußeisernen Seitenwänden mit in die Wand hineingegossen wird. Da die zwischen den Leitern liegenden Canäle nach dem Canale h hin, und zwar alle am obern Theile, durch die Umbiegungen der Leiter zur Hälfte verschlossen sind, so kann in den Canal h kein Dampf treten, und das Wasser in demselben ist daher vor jeder Wallung geschützt. Aus dieser Ursache wäre zwar die Vorsicht, das aus dem Recipienten in denselben tragende

Digitized by Google

Wasserrohr bis nahe am Boden der Herzen herabtreten und dort ausmünden zu lassen, nicht nöthig gewesen, ich habe diese Einrichtung, die ja keine Umstände macht, jedoch der Sicherheit wegen vorgezogen, daß kein Dampf durch dieses Rohr in den Recipienten übergehe, wenn bei großer Dampfentwicklung dennoch einmal einiger Dampf in den Canal h dringen könnte, und weil ich glaube, daß die Circulation des Wassers durch die Herzen und Recipienten bei derselben besser geregelt wird. Da in dem obern Theile der Herzen sich immer einiger Dampf ansammelt, und einen kleinen Dampfraum bildet, so muß wenigstens hier, wenn man die eben genannte Einrichtung auch annulliren will, die aus dem Recipienten kommende und Wasser in's Herz zu leitende Oeffnung vor dem, den regelmäßigen Wasserzufluß in die Herzen störenden Andringen durch ein kurzes Ende herabtretenden Röhrenstücks beschützt werden.

Damit über und unter den Leitern im Herzen einiger Raum, oben für die Ansammlung der Dämpfe, unten für einen zweckmäßigen Wasservorrath bleibe, liegen auch hier, wie zu beiden Seiten der Leiter, die Seitenwände der Herzen verhältnißmäßig von den Leitern entfernt. An dem untern Raume, und zwar möglichst nach unten, ist in der vordern Schlußplatte ein Abzapfhahn Fig. 4, e angebracht, um alles Wasser aus dem Kessel, d. h. den Separatoren, Recipienten, Herzen und Entwicklungsröhren abzapfen zu können. Ein kleinerer Hahn f führt aus dem obern Raume, und zwar ist er ohngefähr 1 Zoll hoch über dem Niveau der obersten Röhrenreihe angebracht. Er dient als Probehahn, um beim Anheizen des Kessels in dem Falle, daß der Stand des Wasseranzeigers am Recipienten sehr niedrig stände, und man zweifelhaft wäre, ob im Herzen und den obersten Siedröhren Wasser genug vorhanden sei, zu erfahren, ob alle Röhrenlagen mit Wasser gefüllt sind. Nach hievon gewonnener Ueberzeugung kann nämlich immer sicher Feuer im Ofen angezündet werden, zumal da beim beginnenden Sieden der Wasserstand durch die entstehenden Wallungen nicht unbedeutend steigt.

Aus den obern Seitenwänden der Herzen steigen 2 Röh-

Digitized by Google

ren, Fig 1, a und b, aufwärts, deren oben beiläufig schon Erwähnung gethan ist. Die eine, Fig. 1, a, Fig. 4, g. Fig. 5, d, ist als Fortsetzung des Canals, Fig. 5, f, zu betrachten. Sie dient dazu, die in diesem Canale aufsteigenden Dämpfe den Separatoren, Fig. 1 und 3, c, Fig. 4, g, zuzuführen, und ihr Lichtenquerschnitt, der länglicht viereckig ist, hat eine zu der Größe der Dampfentwicklungsfläche der Siedröhren verhältnißmäßige Ausdehnung; er erhält nämlich für jede 10 Quadratfuß der Feuerberührungsfläche der Röhren ohngefähr 1 Quadratzoll Querschnitt. Oben ist derselbe mit einem, nach der Rundung der Separatoren gestalteten Kranze, Fig. 4, h, Fig. 5, l, versehen, der vermittelst Schraubenbolzen an den Separator, dessen Wand eine ähnliche Oeffnung wie die Lichtenöffnung des Rohres enthält, angeschroben wird, nachdem zur vollkommenen Dichtung Eisenkitt dazwischen gelegt ist. Sind die Seitenwände der Herzen von Gußeisen, so wird dieses Rohr sowohl, als das nächstfolgende, an die Seitenwände sogleich mit angegossen, bei geschmiedet eisernen Seitenwänden nimmt man eigene Maaßregeln, die ich weiter unten näher beschreiben werde.

Das zweite Rohr, Fig. 1, b, Fig. 5, i, ist von geringerer Lichtenweite. Es enthält nämlich auf jede 25 Quadratfuß Feuerberührungsfläche der Entwicklungsröhren 1 Quadratzoll Querdurchschnitt. Sonst ist es ganz wie das oben beschriebene gebaut, und ebenfalls mit einem Schraubenkranze zum Anschrauben an den Recipienten versehen. Wie von oben her bekannt ist, dient es zur Zurückleitung des Wassers aus dem Recipienten in die Herzen, und ist seine Fortsetzung innerhalb der Herzen nicht in die gußeisernen Seitenwände mit hineingegossen, so wird ein eigenes geschmiedet eisernes Rohr in dasselbe eingesetzt, welches bis zum Boden des Herzens hinabreicht.

3) Als Separatoren und Recipienten, Fig. 1 und 3, c und d, nehme ich immer geschmiedet eiserne Gefäße, von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll starken Eisenplatten dicht und dauerhaft zusammengenietet, und versehe sie mit starken gußeisernen Schlußdeckeln, die ganz auf dieselbe Weise angeordnet und angeschroben werden, wie ich sie bei Gelegenheit meiner ersten Kesselgattung

Digitized by Google

ausführlich beschrieben habe. Der Durchmesser der Separatoren und Recipienten übersteigt nie 18 Zoll, und genügt derselbe auch für die größten Kessel. Separatoren und Recipienten liegen längs über dem Ofen, und ragen, wie man in Fig. 2 bei a und b sieht, hinten und vorne noch etwas über demselben hervor. Ist nur 1 Herz vorhanden, so sind ein Separator und ein Recipient genügend, und beide bedürfen nur eines geringern Durchmessers, es müßten denn, was ich ungerne gestatte, die Herzen viele Röhren in einer Reihe enthalten. 6 Röhren in einer größern Reihe werden, wie ich oben schon bemerkt habe, nach meinem Dafürhalten nämlich das Maximum sein, welches angewandt werden darf, und würde eine größere Anzahl auch eine Erweiterung der Herzen hinsichtlich der senkrechten Canäle Fig. 5, f und h und ihrer Tiefe erheischen. Das Bedürfniß so vieler Röhren in einer Reihe mögte übrigens auch selten eintreten, indem man da, wo größere Leistungen erfordert werden, lieber mehrere Herzen anwenden kann. 2 Herzen mit 6 Röhren in der untersten Reihe und diese von 6 Fuß 3 Zoll Länge genommen, werden nämlich schon eine Maschine von 60 Pferdeskräften füglich mit Dampf versorgen.

Der sicherste Maaßstab für die Größe der Recipienten und Separatoren wird nach dem kubischen Inhalte der Herzen und Entwicklungsröhren genommen. Mich haben bei der Ermittelung ihrer Größe ganz einfache Betrachtungen geleitet, und ich muß bekennen, daß die von mir darnach genommenen Maaßregeln sogleich allen Forderungen und Erwartungen entsprachen. Bevor ich jedoch zu ihnen übergehe, muß ich den Zweck und die Construction dieser wichtigen Gefäße näher bezeichnen.

Da die Dämpfe aus den senkrechten Canälen f der Herzen eine große Menge Wasser aufwerfen und mit sich fortführen, so schien es mir gleich bei der ersten Bildung des Plans für diese Gattung Kessel unerläßlich, die dadurch entstehende große Bewegung in eigenen Apparaten zu mildern, und Dämpfen und Wasser Raum zu geben, sich gehörig von einander zu scheiden, bevor sie in die Recipienten übergehn, in welchen ein ruhiger Wasserstand, theils seiner nöthigen Beobachtung

Digitized by Google

wegen, theils wegen Vermeidung von Uebertritt des Wassers in's Dampfrohr und die Maschine, eine sehr nothwendige Bedingung ist. Um den gehörigen Raum zu gewinnen, mußten diese Gefäße eine verhältnißmäßige Größe haben. Hier durfte ich nicht ängstlich sein, indem ich bei der Art, wie ich Dampf und Wasser in den Separatoren und Recipienten zu vertheilen gedachte, voraussah, daß ich das, was ich der Größe der Separatoren zugeben würde, sicherlich an der Größe der Recipienten wieder ersparen könne. Bei diesen Voraussetzungen und in der Ueberzeugung, daß eine Gleichstellung beider Gefäßgattungen hinsichtlich ihrer Größe auch dem Auge angenehm, der Einrichtung des Ofens mehr anpassend, und für die Anfertigung bequemer und Arbeit, Mühe und Zeit ersparender sein würde, gab ich den Separatoren und Recipienten völlig gleiche Durchmesser und gleiche Länge, und legte sie horizontal, um in beiden den möglichst größten Wasserspiegel zu gewinnen, der vorzugsweise im Separator wegen gehöriger Entwicklung der Dämpfe aus dem Wasser sehr wünschenswerth erschien. Um den Dämpfen gehörig Zeit und Raum zu ihrer Entwicklung aus dem Wasserspiegel zu geben, traf ich die Einrichtung, daß der die Dämpfe aus dem Herzen in die Separatoren überführende Canal ganz an einem Ende der Separatoren einmündete, und leitete am entgegengesetzten Ende die entwickelten Dämpfe und das davon geschiedene Wasser auf verschiedenen Wegen in die Recipienten über. Ich ordnete nämlich für den Dampf an dieser Stelle eine Röhrenleitung an, die die obern Räume der Separatoren und Recipienten verband, und eine gleiche für die gleichmäßige Vertheilung des Wassers in beiden. Letztere ließ ich an der niedrigsten Stelle der hintern Schlußdeckel aus den Wasserräumen der Separatoren in den Wasserraum der Recipienten übertreten. Beiden Verbindungsröhren gab ich gleiche Durchmesser, und zwar für jede 25 Quadratfuß Feuerberührungsfläche der Siedröhren, 1 Quadratzoll Querschnitt. Sie stellen ein vollkommenes Gleichgewicht in den Wasserständen und in dem Dampfdrucke beider Gefäßgattungen dar, so daß jeder Ueberfluß an Wasser von dem Separator in den Reci-

Digitized by Google

pienten übergeht, um von hier, und zwar am vordern Ende des Recipienten, durch das Rohr Fig. 5, i in den Canal h der Herzen zurück zu gelangen, und jeder neu in die Separatoren zutretende Dampf in beide Gefäße völlig gleich distribuirt wird, wodurch in beiden Gattungen von Verbindungsröhren eine immerwährende Strömung von Dampf und Waſſer von den Separatoren nach den Recipienten hin entſteht, die erſt mit aufhörender Dampfentwicklung nachläßt.

Der hauptſächlichſte Vortheil dieſer Einrichtung liegt aber noch darin begründet, daß, da die ungeſtümen Wallungen in den Separatoren, vorzüglich an derjenigen Stelle derſelben, wo die aus den Herzen kommenden Dämpfe in ſie überſtrömen, auf keine Weiſe einen Einfluß auf die Waſſerſpiegel der Recipienten ausüben dürfen, dieſe Röhrenverbindung beſonders ſich eignet, dieſe Wallungen, die nach demjenigen Ende hin, wo die Röhrenverbindung angebracht iſt, ſchon durch allmählige Entwickelung der Dämpfe aus dem langen Waſſerſpiegel der Separatoren ſehr gemildert erſcheint, vollkommen zu brechen, indem ſie nur einen allmähligen und gleichmäßigen Uebergang des Waſſers und der Dämpfe in die Recipienten erlaubt, folglich eine Beunruhigung des Dampf- und Waſſervorraths, durch momentan geſteigertes Andringen beider bewirkt, in dieſen verhindert. Wirklich auffallend iſt der Erfolg aller dieſer von mir beobachteten und berechneten Maaßregeln geweſen. Ein ruhigerer Waſſerſtand, als in den Recipienten dieſer Keſſelgattung, kann an keinem Keſſel gedacht werden. Trotz dem, daß der Waſſerſpiegel darin im Verhältniſſe zur Feuerberührungsfläche des Keſſels weit kleiner als bei irgend einem der gewöhnlichen Keſſel, ja ſelbſt dem von mir zuerſt beſchriebenen iſt, ſo zeigt doch der ſehr empfindliche Waſſerſtandszeiger je kaum eine leichte Schwingung, und das Abſtrömen der Dämpfe in die Maſchine geht ſo ruhig und ſo ungemiſcht mit Waſſer von Statten, daß in dieſer Hinſicht nichts zu wünſchen übrig bleibt. Wie ſelten andere Röhrenkeſſel in dieſem Punkte genügen, iſt zu bekannt, als daß es der Mühe verlohnte, darüber noch ein Wort zu verlie-

Digitized by Google

ren [1]). Die Construction oben genannter Röhrenverbindungen und die Art ihrer Befestigung an die Separatoren und Recipienten werde ich unten näher beschreiben.

Ich komme nach Voraussendung dieser erläuternden Erklärungen zu der nöthigen Bestimmung des kubischen Inhaltes, des Durchmessers und der Größe des Wasserspiegels in den Separatoren und Recipienten zurück. Da die Erfindung dieses Kessels noch in ihrer Kindheit ist, und es noch an längerer Erfahrung fehlt, die Gesetze genau zu bestimmen, wonach diese wichtigen Gegenstände berechnet werden müssen, so will ich hier nur die Betrachtungen anführen, die mich bei der Construction der von mir bisher gebauten Kessel dieser Art leiteten, und die zu den günstigsten Resultaten geführt haben.

Da bei entstehendem Sieden in den Entwicklungsröhren in jedem derselben sich ein kleiner Dampfraum bildet, auch die in denselben aufsteigenden Dampfblasen ein gewisses Volumen einnehmen, so muß natürlich ein Theil des Wassers der Siedröhren durch das ganze, beim Sieden entstehende Volumen Dampf verdrängt werden, und in die Herzen übergehn [2]). Hier

---

1) Die meisten Erfinder von Röhrenkesseln haben diesen Gegenstand mit einer unbegreiflichen Leichtigkeit behandelt. Hancock, Ogle und Summers, Dance und Macerone haben zum Theile gar keine Separatoren und Recipienten, oder doch nur so kleine angebracht, daß sie gar nicht in Rechnung gebracht werden können. Unmöglich kann bei einer solchen Vernachlässigung eines der wichtigsten Erfordernisse für einen Röhrenkessel reiner Dampf in die Maschine gehn, ein Theil des Kesselwassers mit allen seinen Unreinigkeiten und erdigten Niederschlägen wird ihn begleiten, und die edlern Theile der Maschine schnell verderben. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß eine Hauptursache des baldigen Unterganges der Dampfwagenmaschinen dieser Herren in diesem Umstande begründet ist, und daß von dieser Seite aus der Sache des Dampffuhrwesens auf Chausseen ein unverdienter Nachtheil erwachsen sei.

2) Bevor ich die Erfindung der Herzen machte, wollte ich die Siedröhren so legen und mit einander verbinden, daß aufrechtstehende Reihen von ihnen gebildet würden, und so ein fortlaufender Canal entstände. Die einzelnen Siedröhren sollten zu diesem Zwecke abwechselnd außerhalb des Ofens durch doppelte Knieröhren verbunden sein. Die Betrachtung indessen, daß die Dämpfe beim Aufsteigen und Durchwandern dieses Röhrenkanals in je-

Digitized by Google

wird aber wiederum von den in sie strömenden, und aus den Siedröhren kommenden Dämpfen ein großer Theil des Wassers fortgeschoben, und da es nicht anders wohin weichen kann, muß es in die Separatoren und Recipienten übergehn, und der Wasserspiegel wird in diesen steigen. Aber auch in den Separatoren muß eine neue und nicht unbedeutende Quantität desselben dem eindringenden Dampfbrudel ausweichen, und der Wasserspiegel wird noch eine größere Höhe erreichen. Wäre es möglich, diese Quantität des verdrängten Wassers, bei einem gewissen Dampfdrucke, und dem diesem entsprechenden Volumen der entwickelten Dämpfe, bei regelmäßiger und für den Betrieb der Maschine genügender Dampfentwicklung, zu bestimmen, so würde man auch genau berechnen können, wieviel der Wasserspiegel bei einem gewissen räumlichen Inhalte der Separatoren und Recipienten stiege, und umgekehrt, wie groß dieser räumliche Inhalt sein müßte, um den Wasserspiegel auf eine unschädliche Höhe steigen zu sehen. Leider sind aber diese Umstände sehr schwer zu bestimmen, und gewagte Annahmen, wenn sie sich nicht auf Erfahrungen stützen, führen oft zu den größten Mißgriffen.

Mir schien der sicherste Weg hier der zu sein, Beobachtungen an meinen bisher gebauten Kesseln vor und nach dem Sieden, und zwar bei gesetzlicher Dampfspannung, anzustellen, um aus diesen ungefähre Anhaltspunkte für meine Berechnungen zu ziehen. Führten diese Beobachtungen auch nicht zu ganz

---

dem Rohre einen neuen Zuwachs erhalten, und in solchem Volumen anwachsen würden, daß sie aus den obern Röhrenlagen den größten Theil ihres Wassers austreiben müßten, ließ mich diesen Plan wieder verwerfen, zumal da ich an einem nach ihm ausgeführten Modelle fand, daß meine Befürchtung, unverhältnißmäßig viel Wasser aus den Röhren in die Separatoren und Recipienten übergehn zu sehen, sich wirklich bestätigte, und wiederholte Versuche ergaben, daß das überkochende Wasser den Wasserspiegel in diesen Recipienten ꝛc. nicht allein sehr beunruhigte, sondern ihn bei beginnendem Sieden auch zu stark hob, und dadurch eine ruhige Regulirung desselben äußerst schwierig und die Gefahr des Wasserüberkochens in die Maschine dringend und unvermeidlich machte.

Digitized by Google

genauen Resultaten, so ergab sich doch so viel daraus, daß kaum der 5te Theil des Wassers aus den Räumen, worin Wasser unter einem Drucke von 8 Atmosphären siedet, verdrängt werde, und dies genügte, um die ersten Einrichtungen mit höchster Wahrscheinlichkeit des Erfolges darnach zu treffen. Damit ich möglichst sicher gehen mögte, beschloß ich, den räumlichen Inhalt der Separatoren und Recipienten zusammengenommen dem der Herzen und Siedröhren vereinigt gleich zu machen. Ich durfte nämlich so auf keinen großen Unterschied im Wasserstande vor und nach dem Sieden rechnen, und hatte nicht Ursache zu fürchten, daß das Wasser nach Unterbrechung der Arbeit der Speisepumpe und ihrer Wiederingangsetzung zu rasch sinke und wieder steige. Auch war ich überzeugt, daß eine größere Masse Wasser wegen Gleichmäßigkeit der Verdampfung nöthig sei, und ein größerer kubischer Inhalt der Dämpfe ansammelnden Gefäße ein besseres Verhältniß zwischen dem darin enthaltenen Dampfraume und den mit Dampf zu füllenden Räumen des Cylinders begünstige. Gleich der erste Versuch bewahrheitete, daß hier die goldene Regel, lieber zu viel als zu wenig zu thun, ganz an ihrem Orte gewesen sei. Der Wasserspiegel stieg im Sieden bei den von mir gebauten Kesseln dieser Art nur höchstens um 2 Zoll, woraus erhellet, daß nicht allein meine Beobachtung, daß kaum der 5te Theil des Wassers in den Siedröhren und Herzen dem entwickelten und in Bewegung sich befindenden Dampfvolum weiche, volle Bestätigung erhalte, sondern daß auch die Berücksichtigung aller übrigen Umstände, die eine regelmäßige Verdampfung des Wassers in diesem Kessel bedingen, und seine Anwendung auf Maschinen nützlich und vortheilhaft, und seine Behandlung sicher und bequem machen, zu dem erfreulichsten Resultate geführt habe. Ich empfehle daher für den Augenblick, diese meine Anordnung wegen des kubischen Inhaltes der vorliegenden Gefäße als Richtschnur anzunehmen, und versichert zu sein, daß dabei sich alle übrigen Verhältnisse derselben günstig gestalten werden, wenn man den Separatoren und Recipienten eine Länge giebt, die die der Siedröhren möglichst um die Hälfte übertrifft, und

Digitized by Google

lieber die Anzahl der Gefäße vermehrt, als ihre Durchmesser über 18 Zoll hinaus vergrößert. Bei dem größten dieser Kessel, den ich bisher baute, und der eine Dampfmaschine von 30 Pferdeskräften mit Dampf versorgt, habe ich 2 Herzen, jedes zu 28 Siedröhren, die in 8 Reihen über einander liegen, angeordnet, und ihm 2 Separatoren und einen einzigen Recipienten gegeben, der in der Mitte zwischen beiden Separatoren liegt, und mit den Herzen auf diejenige Weise verbunden ist, wie ich sie in Fig. 24. Tab. II. in einer oberflächlichen Skizze angedeutet habe. Dieser Kessel hat nicht allein alle meine Erwartungen, die ich von ihm hegte, erfüllt, sondern auch bei weitem übertroffen, indem er die Hitze auf eine solche vollkommene Weise verwendet, eine so gleichmäßige Dampfentwicklung bewirkt, so gefahrlos operirt, einen so ruhigen Wasserstand bewahrt, so sicher und bequem zu behandeln ist, als es bisher in den voluminösen Kesseln kaum zu erreichen möglich war.

Um nun noch einmal die Art der Wirkung dieses Dampfkessels kurz zusammen zu fassen, sei es mir erlaubt, zu wiederholen, daß die Entwicklungs- oder Siedröhren, als diejenigen Organe desselben, die die Dämpfe entwickeln, die zwischen ihnen durchstreichende Hitze aufnehmen, und an das Wasser, womit sie ganz gefüllt erhalten werden, absetzen. Dieses, so endlich in's Sieden gesetzt, geräth dadurch in Wallung, indem die entwickelten Dampfbläschen wegen ihres geringern specifischen Gewichtes von der Peripherie der Röhren durch das Wasser nach oben dringen, und in dem obern Theile einen kleinen Dampfraum bilden, indem sie in einem verhältnißmäßig starken Striemen der obern, in's Herz führenden ovalen Oeffnung zulaufen, und durch diese in's Herz überströmen. Da der Durchmesser der Siedröhren zu ihrer Länge und zu ihrer Hitze aufnehmenden Peripherie in einem günstigen Verhältnisse steht, so ist bei dem darin entstehenden Siedprocesse kein Herauswerfen zu vielen Wassers aus denselben zu fürchten, sondern es beschränkt sich die ganze nachtheilige Wirkung des Wallens darauf, so viel Wasser aus den Röhren zu verdrängen, als dem Volumen nach Dämpfe in ihm entwickelt werden, und in fort-

Digitized by Google

gehender Bewegung zum Herzen sind, wobei durchaus keine momentanen Erschütterungen und Dampferuptionen verspürt werden, ausgenommen wenn die zuerst entwickelten Dämpfe in das Herz oder die Herzen überströmen, und sich in dem darin enthaltenen, und zuerst noch auf einer niedern Temperatur stehenden Wasser, mit dem bei einem solchen Vorgange immer Statt findenden starken, knatternden und einem Pelotonfeuer ähnlichen Geräusche verdichten. Da die Siedröhren nach hinten etwas geneigt liegen, so erleichtert diese Stellung derselben nicht allein das Fortströmen der entwickelten Dämpfe zu der ovalen Verbindungsöffnung mit dem Herzen, sondern auch den, das verdampfende Wasser ersetzenden Zufluß von Speisewasser durch die untere ovale Oeffnung.

Sind die in den Siedröhren entwickelten Dämpfe durch die ovale Oeffnung in's Herz oder die Herzen gedrungen, so sammeln sie sich unterhalb der Leiter an, und da diese nach einer Seite geneigt liegen, streben sie an der untern geneigten Fläche aufwärts und seitwärts, und strömen in einem verhältnißmäßig dicken Striemen an dem aufwärts gekrümmten Ende der Leiter in den senkrechten Canal Fig. 5, f der Herzen, wobei das entgegengesetzte aufwärts gekrümmte Ende der Leiter ihren Eintritt in den Canal der andern Seite vollkommen abwehrt und verhindert. Da, wenn die Dimensionen der zwischen den Leitern bestehenden Canäle der Menge der in dieselben einströmenden Dämpfe angemessen sind, der an den Leitern fortlaufende Dampfstriemen keine schädliche Höhe erreicht, so bleibt das in der untern größern Partie der Canäle befindliche Wasser ungefährdet, und wird durchaus durch keine Wallungen aufgeregt, und in schädliche Bewegung gesetzt, außer daß es dem Zuge der fortströmenden Dämpfe etwas folgt, und daher in eine geringe und ruhige Strömung geräth, wobei es die untern ovalen Speiseöffnungen der Siedröhren immer bedeckt erhält, und zu jeder Zeit ungehindert in dieselben eintreten kann, auch sich aus dem aufrechtstehenden Canale h immer in dem Maaße wieder ersetzt, als es mit den Dämpfen in den Canal f der andern Seite übertritt. Sind die Dämpfe von sämmt-

Digitized by Google

lichen Leitern in letzterm Canale angelangt, so steigen sie vermöge ihres geringern specifischen Gewichtes, und nun völlig unbehindert, aufwärts, sammeln sich zum Theil im obern Theile der Herzen an, und strömen der in den Separator führenden Röhrenöffnung zu, und in diesen über, wobei sie einen Theil des im aufrechtstehenden Canale f und des zwischen den Leitern befindlichen Wassers mit fortreißen. In dem Separator, der nebst dem Recipienten im gesetzlichen Zustande halb mit Wasser gefüllt ist, bewirken sie an der Stelle der Oeffnung bei ihrem Hervorbrechen natürlich einen sehr starken, in Fig. 4, 1 angedeuteten, Brudel, und werfen das Wasser stark auf, wobei es zum Theil gegen die Decke der Separatoren spritzt. Da aber der Wasserspiegel im Separator eine bedeutende Ausdehnung hat, auch die Dämpfe von der Stelle ihres Hervorbrechens bis zur entgegengesetzten Seite des Separators Raum, sich aus dem Wasser zu entwickeln, gewinnen, machen sich diese Dämpfe, je mehr nach hinten, immer mehr frei vom Wasser, und sammeln sich in der obern Hälfte des Separators an, so daß am hintern Ende desselben ein fast ruhiger und völlig an einander abgegrenzter Wasser- und Dampfstand bemerkbar wird, wobei Wasser und Dampf ungehindert und in einem sanften und gleichmäßigen Strome durch die Verbindungsröhren in den oder die Recipienten übertreten können, ohne weder die Dampf- noch die Wassermasse in diesen zu turbiren, und in zuckende und oscillirende, unruhige und hin- und herwiegende Bewegung zu setzen. Das in den oder die Recipienten überströmende Wasser geht dann durch das vordere Verbindungsrohr in das Herz oder die Herzen zurück, und beginnet seine Bewegung durch dessen labyrinthische Wege von Neuem, während die Dämpfe vom Recipienten durch das Dampfrohr in die Maschine geleitet werden. * Auf dem Recipienten befinden sich wegen des ruhigen Wasser- und Dampfstandes darin zugleich das Sicherheitsventil oder die Sicherheitsventile, wenn 2 vorhanden sind, und der Wasserstandsanzeiger, der durch den darin befindlichen Schwimmapparat beherrscht wird, und früher umständlich beschrieben ist. Man wird wohl thun, das die Dämpfe in die

Digitized by Google

Maschine leitende Dampfrohr und die eben bezeichneten Apparate so viel als möglich nach dem vordern Ende des Recipienten hin zu verlegen, indem sich Dampf- und Wasserstand dort im allerruhigsten Zustande befinden.

Wie wir gesehen haben, geht das Wasser dieses Kessels einen immerwährenden Kreislauf von den Herzen zu den Separatoren, durch diese in die Recipienten, und von ihnen am entgegengesetzten Ende in den untern Theil der Herzen zurück. Dieserhalb kommt es auch, daß das Wasser, sobald erst Dämpfe von den Siedröhren in die Herzen übergehen und es in diesen erhitzen, in allen Theilen der Herzen und in den Separatoren und Recipienten sich ziemlich gleichmäßig und gleichzeitig erwärmt, obgleich es an diesen Organen des Kessels der Hitze des Ofens mehr oder weniger entzogen ist. Ganz eigen ist das Geräusch der sich in den Herzen verdichtenden ersten, aus den Siedröhren in sie eindringenden Dämpfe. Wenn ich es vorhin mit einem fortwährenden Pelotonfeuer verglich, so bin ich der Wahrheit sehr nahe gekommen, und ich habe häufig gesehen, daß Laien vor diesem unschädlichen Geräusche sich auf's höchste entsetzten, und in der Meinung, der Kessel stehe in diesem Augenblicke in der größten Gefahr, und ihr Leben auf dem Spiel, angstvoll und verwirrt davon liefen, und sich durch kein Zureden zur Rückkehr bewegen ließen.

Es bleibt mir nun noch übrig, für den eigentlichen Maschinenbauer die einzelnen Theile dieses Kessels hinsichtlich ihrer Construction genauer zu beschreiben, und dann dieser Beschreibung einige, vorzüglich dem Techniker und Fabrikanten angehende prüfende Betrachtungen über den wirklichen technischen Werth desselben anzureihen, wobei ich die von mir oben aufgestellten Forderungen für einen zweckmäßigen Röhrenkessel strenge zum Grunde legen werde.

Ich habe schon oben angeführt, daß ich die Siedröhren von Kupfer zusammenlöthen lasse. Ich nehme zu denselben gewalztes Kupferblech von 1 Linie Stärke [1]). Selbiges ver-

1) Diese Stärke ist übermäßig groß, wenn mein oben aufgestellter pa-

Digitized by Google

dickt sich beim Zusammenrollen gewöhnlich bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll. Die Löthfuge lege ich am liebsten nach unten, indem sie hier am sichersten immer genau mit Wasser bedeckt ist, oder auch nach oben, wo sie durch darauf sich anhäufende Asche vor zu großer Einwirkung der Hitze geschützt wird. Den hinteren Schlußboden nehme ich gewöhnlich von geschmiedetem Eisen. Er wird in der Drehbank rund abgedreht, und gleich am äußern Rande mit einer $\frac{1}{4}$ Zoll tiefen Furche versehen, in welche der Rand des kupfernen Rohres genau hineinpaßt, und dann in's Feuer gebracht, und an den Rand festgelöthet, wobei die Hitze die $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schlußplatte leicht gleichmäßig durchdringt, da sie in der Mitte mit einem 2 Zoll im Durchmesser haltenden runden Loche versehen ist, welches den Zweck hat, eine Reinigung des Rohres von Kesselstein zu gestatten. Dieses Loch ist nach außen mit einem $\frac{1}{4}$ Zoll breiten vertieften Rande versehen, in welchem der das Loch schließende Deckel mit einem genau hineinpassenden Vorsprunge eingreift. Dieser Deckel ist oval, und in seinem längsten Durchmesser dem der Schlußplatte gleich. Er erhält nach innen einen größern runden Vorsprung, der tief in das Loch der Schlußplatte eindringt, und mehr zurück den kleinern vorhin berührten, der in den vertieften Rand der Schlußplatte eingreift. Zur Seite in den beiden ovalen Lappen sind Löcher für die Schraubenbolzen angebracht. Diese sind zu beiden Seiten des Loches der Schlußplatte eingeschroben und auf der innern Seite vernietet, und werden schon vor dem Anlöthen der Schlußplatte in das Rohr eingesetzt, und beim Löthen durch Beschmieren mit Lehm vor dem Verzundern

---

radox scheinender Grundsatz, daß die Siedröhren die schwächste Partie des Kessels darstellen müssen, in's Leben treten soll. v. Reichenbach's birnförmige kupferne Kessel zu dem von ihm intendirten, und von Jos. v. Baader so hart angegriffenen Dampfwagen für gewöhnliche Straßen hielten bei einer Linie Kupferstärke einen Druck von 85—90 Atmosphären aus (Hesperus, Jahrg. 1817, N. 3), und hatten doch gewiß einen größern Durchmesser als meine Siedröhren. Die in der preußischen Verordnung für kupferne Dampfentwicklungsröhren vorgeschriebene Wandstärke ist viel zu groß angenommen.

Digitized by Google

des Gewindes geschützt. Gewöhnlich löthen sie sich bei dem Löthproceß noch mit fest, was zu ihrer sicherern Befestigung viel beiträgt. Ist der Deckel mit seinen Löchern über die Schrauben geschoben, so wird er durch vorgeschrobene Muttern fest an die Schlußplatte angezogen, wobei er mit seinem kleinern erhabenen Rande einen Bleiring in die, um das Mittelloch der Schlußplatte befindliche, ringförmige Vertiefung dampf- und wasserdicht einpreßt, der, bei dem Anpressen vor dem seitlichen Ausweichen bei dieser Einrichtung vollkommen geschützt, zu allen Zeiten den Schluß sehr vollkommen bewirkt. In Fig. 6, 7, 8 und 9 habe ich diese eben beschriebenen, zum Verschlusse der untern Röhrenenden dienenden Einrichtungen abgebildet, und zwar zeigt Fig. 6 das Ganze im perpendiculären Längsdurchschnitte, Fig. 7 die hintere Ansicht der Schlußplatte ohne Deckel, Fig. 8 dieselbe mit vorgeschrobenem Deckel, und Fig. 9 die Seitenansicht des Deckels in seinem kürzesten Durchmesser. Man sieht in Fig. 6 und 9, a den tiefen, in das Loch Fig. 7, b der Schlußplatte eingreifenden größern Vorsprung des Deckels, in c den kleinern Vorsprung, der in Fig. 6 in der ringförmigen Vertiefung Fig. 7, a der Schlußplatte eingedrückt, und den Bleiring zusammenpressend erscheint. Fig. 7 und 8 bei dd sind die den Deckel anziehenden Schrauben. In Fig. 6 bei ee ist zugleich deutlich zu bemerken, wie das Ende des kupfernen Siedrohres in die Schlußplatte eingesetzt und festgelöthet ist.

Etwas schwieriger als der hintere Verschluß der Siedröhren ist ihr anderes, an die hintere Platte der Herzen festzuschraubendes Ende construirt. Dasselbe ist nämlich von einem $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten und $\frac{1}{4}$ Zoll dicken eisernen Ringe umschlossen, der mit Schlageloth darauf festgelöthet wird, um ihm hier die gehörige Stärke und Festigkeit, und dem vordern, in die oben schon bezeichneten Vertiefungen der hintern Herzplatte einzudichtenden, Rande eine genügende Breite und eine möglichst ausgebreitete Oberfläche von Eisen zu geben, damit selbiger in die Vertiefung der Herzplatte mit Eisenkitt eingesetzt werden könne. Auf die innere Fläche der Röhren sind aber, ohngefähr $\frac{1}{4}$ Zoll

Digitized by Google

vom äußern Rande zurücktretend, 2 eiserne Knaggen gehörig fest angenietet, und wo möglich zugleich noch mit angelöthet, die auf ihrer hintern Fläche einen viereckigen Ausschnitt von ¾ Zoll Breite haben. In diesen Ausschnitt legt sich der hintere, T förmig gebildete Theil des Anziehbolzens, und findet daran seine Anhaltspunkte, indem er dadurch, daß er in den Ausschnitt eingreift, zugleich vor jeder Drehung gesichert ist. Der Anziehbolzen ist im Gewinde beinahe 1 Zoll stark, durchdringt in der Mitte zwischen den beiden in's Siedrohr führenden ovalen Oeffnungen die hintere Herzschlußplatte, und wird hier durch eine vorgeschrobene starke Mutter angezogen, wobei er den äußern Rand des Siedrohres in die, zur Aufnahme desselben bestimmten, in die hintere Herzschlußplatte eingefraiseten, ¼ Zoll tiefen Versenkungen einpreßt, und vermittelst Eisenkitt eindichtet. Durch Lösung dieses Bolzens kann ein Siedrohr leicht abgenommen und mit einem neuen ausgewechselt werden, wenn es einer Reparatur bedürfte, oder aufgerissen wäre.

Sehr zweckmäßig wird es sein, wenn man die eisernen Ringe zugleich mit den Knaggen festlöthet. Damit das Schlageloth gut um den Ring sich lagern könne, ist er nach den Röhren hin an seinem hintern innern Rande versenkt ausgedreht, auch kann man um seinen äußern Rand herum noch eine ½ Zoll vorstehende Kappe von Eisenblech legen, die das Schlageloth trägt. Um das zu starke Durchlaufen des Schlageloths nach unten zwischen Rohr und Ring zu verhüten (denn an diesem Ende sowohl, als an dem andern muß das Löthen bei senkrechtem Stande des Rohres geschehn), läßt man das Kupferblech an dem äußersten Rande vorstehen, und hämmert es um, und dicht an den eisernen Ring an. Die vordere Dichtungsfläche des Ringes wird dann nachher in der Drehbank grade gestochen. Da in den Einschnitt der Knaggen kein Schlageloth einfließen darf, so schmiert man ihn mit Lehm aus, der nach vorgenommenem Löthen leicht wieder aus demselben zu entfernen ist. Wie sich von selbst versteht, müssen die Knaggen zu beiden Seiten der innern Röhrenfläche angebracht sein, weil

Digitized by Google

der Tförmige Anziehbolzen sonst senkrecht stehen, und, mit den Knaggen vereinigt, die ovalen Oeffnungen der Herzschlußplatte decken würde.

In Fig. 10, 11 und 12 habe ich die Einrichtung des vorderen Endes der Siedröhren, und zwar in Fig. 10 in perpendiculärem Längsdurchschnitte, in seinem Zusammenhange mit der hintern Herzschlußplatte, mit einem seiner Knaggen und seinem Anziehbolzen, in Fig. 11 in seiner vordern Ansicht vorgestellt. In Fig. 10 ist a die Herzschlußplatte, b die ringförmige Vertiefung in derselben, die zur Aufnahme des Röhrenendes bestimmt ist; cc sind die ovalen Oeffnungen, d ist der das Ende des Rohres verstärkende angelöthete eiserne Ring, e einer der Knaggen, und f der Anziehbolzen. In Fig. 11 sieht man diese Gegenstände bei denselben Buchstaben, bei ee die Knaggen, bei cc die ovalen Oeffnungen der Herzschlußplatte, um zu zeigen, wie sie bei der Querlage der Knaggen und der TBolzen völlig frei und ungedeckt bleiben. Fig. 12 zeigt den Anziehbolzen besonders vorgestellt.

Was die Herzen anbelangt, so ist ihre Construction verschieden, je nachdem ihre Seitenwände von geschmiedetem Eisen oder Gußeisen sind. Bisher habe ich nur gußeiserne angewandt, und sie völlig zweckmäßig und sicher befunden. Sie ersparen viele Arbeit, indem die Löcher für die Bolzen, und der von den Recipienten in die Herzen abwärts führende Canal, und die Röhren Fig. 1, a und b mit ihren Schraubenkränzen angegossen werden können. In Fig. 5 sieht man bei kkk die gußeisernen, 3 Zoll starken massiven Seitenwände. Bei i ist der absteigende hineingegossene Canal vorgestellt. Bei d und i erscheinen die angegossenen, oben bezeichneten Röhren. Die Anziehbolzen für die Schlußplatten haben da, wo sie aus der vordern Fläche der Seitenwände hervorragen, viereckige Ansätze, die in das Gußeisen eingelassen sind, und beim Anschrauben der hintern Herzschlußplatte gehörigen Widerstand leisten und verhüten, daß die Schrauben sich nicht durchziehen, zugleich aber auch, da die hintere Herzschlußplatte nie abgenommen wider die Schrauben fest mit dem Körper der Seitenwände verbin-

Digitized by Google

den, so daß sie als unzertrennliche Stücke angesehn werden können, von denen die Schrauben völlig fixirt bleiben, wenn ihre Benutzung zum Anziehen der vordern Schlußplatte eintritt. In Fig. 13 habe ich einen Theil der Seitenwände und 4 Bolzen im Durchschnitte gezeichnet. Bei a sieht man den kopfartigen viereckigen Ansatz, wie er in das Gußeisen eingelassen ist. b und c sind die beiden cylindrischen Theile der Bolzen, von denen der längere c durch die Seitenwand und die hintere Herzschlußplatte d dringt, und zum Anschrauben dieser dient, der andere kürzere b aber das Anziehen der vordern Schlußplatte e besorgt. Da die hier gegebene Abbildung der gußeisernen Seitenwände genügend über die Form dieser Seitenwände nebst Zubehör Auskunft giebt, so halte ich für unnöthig, ein Wort weiter darüber zu verlieren.

Geschmiedet eiserne Seitenwände würde ich folgendermaßen construiren. Ich würde flaches Eisen von ½ Zoll bis ¾ Zoll Stärke, in der für die Tiefe der Herzen erforderlichen Breite, zu einem viereckigen Rahmen mit ein wenig abgerundeten Ecken, in der Form des Herzens, biegen, und die Enden desselben zusammenschweißen, dann die Ränder genau abrichten oder hobeln, und zur Befestigung der Anziehbolzen für die Schlußplatten eine genügende Anzahl starker cylindrischer Zapfen, in der für die Bolzen nöthigen Entfernung von einander, in die äußern flachen Seiten einnieten, oder einschrauben und vernieten. Auf diese Zapfen müßten dann doppelte Oehrschrauben in der in Fig. 15 und 16 abgebildeten Form gesteckt werden, die mit ihren beiden mit Gewinden versehenen Enden, nach der in Fig. 17 und 20 abgebildeten Weise, durch die vordere und hintere Schlußplatte drängen, welche zu diesem Ende in der nöthigen Breite, d. h. von wenigstens 1½ Zoll, über den Seitenwänden rund herum vorstände. Da wo das obere, die Dämpfe in die Separatoren führende, und an den Recipienten sich anschließende Wasserzubringungsrohr an die Seitenwände zu befestigen wäre, müßten die Oehrschrauben wegfallen, statt ihrer könnten aber Bolzen in die untern Schraubenkränze dieser Röhren, die füglich von Gußeisen construirt werden können,

Digitized by Google

in der Art eingelassen werden, wie ich dies in Fig. 18 und 19 durch einen Durchschnitt versinnlicht habe. In dieser Abbildung bezeichnet a das Rohr mit seinen Schraubenkränzen b und c, von denen der untere c stärker als der obere sein muß, weil in ihn die Schraubenbolzen d eingelassen werden sollen. Diese Schraubenbolzen sind mit einem Haken i versehen, der sie hält, daß sie sich nicht herausziehen, und sich nicht drehen können. In den Zwischenräumen zwischen ihnen Fig. 19, eee sind diejenigen Bolzen, die den Schraubenkranz c an die Seitenwände des Herzens anziehn, angebracht. Statt die Schrauben durch Haken i zu fixiren, könnte man sie auch in den untern Schraubenkranz einschrauben. Zu bemerken ist noch, daß nach innen hinter den Bolzenhaken ii auf jeden Fall bei gg so viel Röhrenkörper stehen bleiben muß, daß hier die angewendete Dichtung mit Eisenkitt eine sichere, an die Seitenwand des Herzens anschließende Fläche gewinne, die man zur bessern Fixirung des Eisenkittes ebenfalls ein wenig ausfurchen kann.

Statt dieser Einrichtung könnte man auch einen eigenen geschmiedet eisernen starken Schraubenkranz zwischen den des Rohres und der Seitenwand des Herzens legen, an welche die cylindrischen Theile der Bolzen angeschmiedet werden. Zwischen diesem Schraubenkranze und der Seitenwand des Herzens und dem Schraubenkranze des Rohres würde dann Eisenkitt zu legen, und das Ganze durch die senkrechten Schraubenbolzen an einander zu ziehen sein. In Fig. 20 habe ich die obere Fläche der Seitenwand mit diesem geschmiedet eisernen Schraubenkranze vorgestellt. Bei aaa sind die Anziehbolzen für die Herzschlußplatten angeschmiedet, bei bb sieht man die Löcher für die senkrechten Vereinigungsbolzen der Seitenwand des Herzens, des geschmiedet eisernen Schraubenkranzes, und des gleichen Kranzes des Rohres.

Da zur Dichtung der vordern, bei Reinigung des Kessels öfters abzunehmenden Herzschlußplatte Blei angewandt wird, so müssen, um das Ausweichen des Bleies zur Seite zu verhüten, zu beiden Seiten der an die Seitenwände der Herzen

Digitized by Google

anschließenden Fläche dieser Schlußplatte erhabene Ränder von Eisen angenietet werden, in deren Zwischenräume die Ränder der Seitenwände eingreifen, so daß der Durchschnitt dieser Theile wie in Fig. 17 bei a aussieht. Auch dürfte zur Verhütung des Ausweichens der Seitenwand an der hintern Schlußplatte gleichfalls zu rathen sein, die Schlußplatte, wenigstens außerhalb der Dichtungsstelle, mit einem erhabenen aufgenieteten Rande, wie er in Fig. 17 bei b angedeutet ist, oder mit einer Reihe starker, die Seitenwand berührender Stifte zu versehen.

Früher habe ich erwähnt, daß die beiden Schlußplatten der Herzen noch durch mehrere Reihen starker, durch beide Schlußplatten reichender Verstärkungsbolzen zusammengehalten würden. Man kann zu diesen Verstärkungsbolzen sehr füglich die Anziehbolzen für die Siedröhren zugleich benutzen, indem man sie so lang einrichtet, daß sie quer durch die Herzen und durch die vordere Platte gehen. Um durch sie dann die Platten in einer gehörigen Entfernung von einander halten zu können, habe ich folgende Maaßregel genommen, welche in Fig. 21, die bei A einen Theil des Herzens mit einer der Siedröhren B und dem verlängerten Anziehbolzen C derselben vorstellt, abgebildet ist. Es ist nämlich zuerst auf den verlängerten Bolzen eine Mutter a geschroben, die dem Anziehbolzen einen Stützpunkt gegen die hintere Herzschlußplatte giebt, damit die Knaggen c bei dem Bestreben der Dämpfe, die Herzschlußplatten auseinander zu drängen, nicht zu sehr leiden, sondern der größte Theil der stemmenden Kraft von der hintern Herzschlußplatte aufgenommen werde; dann folgt eine Mutter b, die auf die oben beschriebene Weise das Siedrohr anzieht; auf diese wiederum eine andere c, die, innerhalb des Herzens als Gegenmutter dienend, so weit vorgeschroben wird, als nöthig ist, um die vordere Herzschlußplatte, nach ihrer Vorsetzung vor das Herz, genau in derjenigen Entfernung von der hintern Schlußplatte zu halten, daß sie nach Anschraubung der vierten Mutter d, die außerhalb der vordern Platte ihre Stellung bekommt, die vordern Ränder der Leiter berührt. Um die Stelle, wo der Bolzen durch die vordere Schlußplatte dringt, gehörig dampf-

Digitized by Google

und wasserdicht zu erhalten, ist vorne in der Platte um den Bolzen herum eine ringförmige Vertiefung eingefraiset, in welche ein cylindrischer Ansatz der äußern Mutter d greift, und in derselben einen Bleiring dicht um den Bolzen herum zusammenpreßt.

Es ist genügend, wenn diese die beiden Schlußplatten des Herzens zusammenhaltenden Röhrenanziehbolzen nur eine Röhrenreihe um die andere und ein Rohr um's andere angewandt werden. Die Bolzen liegen dann in jeder Richtung ungefähr 8 Zoll aus einander, und zwar in derjenigen regelmäßigen und wohl in die Augen fallenden Ordnung, die man in Fig. 1 bemerken wird. Nie habe ich, wie ich oben in der Note auch schon erwähnt habe, die mindeste Ausbauchung an der vordern Herzschlußplatte bemerkt, selbst wenn die Dampfspannung im Kessel die von 10 Atmosphären noch überstieg. In der That sind diese Schlußplatten aber auch von einer Stärke, daß sie bei einer so häufigen Unterstützung, als die eben beschriebenen Bolzen ihnen geben, und bei einer so dauerhaften und durchaus festen Verbindung mit den Seitenwänden der Herzen, unmöglich irgend eine Nachgiebigkeit äußern können, und man darf sich der Gefahrlosigkeit der Herzen deshalb vollkommen überzeugt halten, wenigstens versichert sein, daß sie nicht die ersten Theile des Kessels sein werden, die bei einer erfolgenden Berstung desselben zerplatzen und Verheerungen anrichten.

Bei der nähern Beschreibung der Separatoren und Recipienten kann ich sehr kurz sein, da sie hinsichtlich ihrer Construction den Gefäßen ganz gleich sind, die ich bei der zuerst von mir beschriebenen Gattung von Röhrenkesseln genau abgezeichnet habe, und denen ich dort den Namen Cylinder beilegte. Ebenso wie diese sind sie nämlich von Eisenblech zusammengenietet, an beiden Enden mit gleich gebauten gußeisernen Schlußdeckeln versehen, die durch Oehrschrauben angezogen, und durch Bleiringe gedichtet werden. Sie enthalten auch die nämlichen Apparate, die jene haben, einen gleichen Schwimmapparat mit Wasserstandszeiger, und ein Sicherheitsventil, auch führt in sie das von der Speisepumpe kommende Speiserohr.

Digitized by Google

Hinsichtlich dieses Rohres ist es zwar gleichgültig, ob es sich in die Separatoren oder Recipienten münde, indessen hat man wohl dahin zu sehen, daß seine Einmündung an einer solchen Stelle Statt finde, wo das kalte Speisewasser sich möglichst schnell und vollkommen mit dem heißen mische, um es so mit der nöthigen Temperatur in die Herzen gelangen zu lassen, und dadurch, wenn gußeiserne Seitenwände angewandt werden, eine stellenweise schädliche Temperaturverminderung dieser Wände zu verhüten. Am liebsten habe ich das Speisewasser in die Separatoren gefördert, theils weil es wegen der heftigen Bewegung in diesen vollkommener mit dem heißen Wasser derselben vermischt wird, theils weil es von hier nach jenen Oeffnungen hin, die das Wasser von den Recipienten in die Herzen zurückführen, einen weitern Weg hat, und deshalb mehr Zeit und Raum gewinnt, sich hinsichtlich seiner Temperatur mit dem Wasser des Kessels auszugleichen. Daß man, in Bezug auf diese Bemerkung, in dem Falle, wo man das Speisewasser in die Recipienten zu fördern beabsichtigt, den Einfluß desselben in diese möglichst entfernt von jenen ihren, in die Herzen führenden Oeffnungen Statt finden lassen müsse, ist zu einleuchtend, als daß ich noch weiter darüber zu sprechen für nöthig erachte.

Die die Dampf- und Wasserräume der Separatoren und Recipienten in Verbindung setzenden Dampf- und Wasserverbindungsröhren, von denen man das für die Dampfverbindung bestimmte in Fig. 1, 2, 3 und 4, m und das die Wassercommunication besorgende in Fig. 2 und 4, n abgebildet sieht, construire ich am liebsten von Kupfer. Sie werden alle mit geschmiedet eisernen Schraubenkränzen versehn, die bei den Dampfverbindungsröhren mit Eisenkitt an Separatoren und Recipienten angedichtet werden, während die Verbindung der Wassercommunicationsröhren wegen der Nothwendigkeit, sie bei der Reinigung des Kessels von den Schlußdeckeln abzunehmen, und ohne Zeitverlust wieder dicht anzuschrauben, Bleidichtungen oder Dichtungen von kupfernen dünnen und flachen Ringen, die gleichmäßig mit Hanf bewickelt, und mit einem Kitte von pulverisirter Kreide, Leinöl und Mennige eingeschmiert werden,

Digitized by Google

erhalten. Zu bemerken ist, daß die Wasserverbindungsröhren hier eben so, wie bei dem früher genannten und beschriebenen Röhrenkessel die Rücksicht erfordern, daß sie mit Bequemlichkeit und Sicherheit von dem darin sich niederschlagenden Kesselstein gereinigt werden können, was geschieht, wenn man sie auf ähnliche Weise construirt, wie ich es oben beschrieben habe, und wie es mir die Erfahrung als am zweckmäßigsten an die Hand gegeben hat [1]).

Ich muß nun noch einige Worte über die zweckmäßigste Anordnung dieser Kessel und ihrer einzelnen Theile bei verschiedenen von ihnen geforderten Leistungen sagen.

Die Größe der Feuerberührungsfläche wird bei diesen Kesseln nicht allein durch die Menge der Entwicklungsröhren, sondern auch durch ihre Länge bestimmt, jedoch sollte man, wie ich schon oben angeführt habe, die Länge der Röhren nicht über 6 Fuß 3 Zoll und nicht unter 4 Fuß 3 Zoll, ihre Anzahl aber nicht über 44 und unter 20, wobei in die untersten Reihen 6 und 3 Röhren kämen, für ein Herz nehmen. Daß bei diesen verschiedenen Verhältnissen, und bei Vermehrung oder Verminderung der Anzahl der Herzen und der Länge der Siedröhren eine große

---

1) Ich bin weit entfernt, die hier genau beschriebene Construction der einzelnen Theile dieses, in seinem Principe sich als so vorzüglich bewährt habenden Kessels, und ihrer besondern Anordnung und Zusammensetzung dem Maschinenbauer als das non plus ultra aller für diesen Zweck möglichen Anordnungen darstellen und aufdringen zu wollen. Dieser Kessel ist noch zu sehr in der Kindheit. Je öfter er practisch ausgeführt wird, je mehr wird man den Wegen nachspüren, auf welchen jener Zweck immer vollkommener erreicht wird, und je mehr Mittel wird uns die Erfahrung an die Hand geben, uns einem erfreulichen Ziele mehr zu nähern. Hoffentlich werde ich Gelegenheit finden, diesen vortrefflichen Kessel öfter zu bauen und anzuwenden, und dadurch in den Stand gesetzt werden, alle meine Kräfte zu versuchen, denselben auch hinsichtlich der Construction und Anordnung seiner einzelnen Theile einer immer größern Vollkommenheit entgegen zu führen. Mit Vergnügen werde ich später dann die Resultate meiner Bemühungen als Supplement zu dieser jetzigen Arbeit aufzeichnen und öffentlich mittheilen, so wie überhaupt so oft als möglich meinem deutschen Vaterlande über meine spätern Fortschritte und Leistungen im Hochdruckmaschinenfache Rechenschaft geben.

Digitized by Google

Menge von Abstufungen möglich sei, leuchtet in die Augen. Die Gründe für die angegebenen Dimensionen der Röhren, ihre Anzahl ꝛc. habe ich zum Theile oben schon mitgetheilt. Hier nur so viel, daß bei einer größern Länge derselben mehr Gefahr obwalte, daß sich schädliche Wallungen in denselben erzeugen, und zu viel Wasser austreiben, und daß die ovalen Oeffnungen für den Abfluß der Dämpfe im Verhältniß zur Verdampfungsfähigkeit des Rohres zu klein werden; bei zu geringer Länge aber der Apparate im Verhältnisse zur dadurch erzielten Feuerberührungsfläche unnöthig complicirt und kostspielig wird. Eine größere Anzahl als 6 Röhren nehme ich aus dem Grunde nicht gerne in einer Reihe, weil die Gefahr schädlicher Wallungen in den horizontalen, zwischen den Leitern befindlichen Canälen des Herzens, und einer unregelmäßigen und unvollkommenen Speisung der Siedröhren sich mit der größern Anzahl vermehren würde, und den Herzen dabei eine unverhältnißmäßige Tiefe gegeben werden müßte; weniger als 3 gestattet aber der Umstand nicht, daß dann die Größe der Ofenwände in ein ungünstiges Verhältniß zur Dampfentwicklungsfläche der Röhren tritt. Eine zweckmäßige Wahl dabei muß der Einsicht und Sachkenntniß des Maschinenbauers und den jedesmaligen Umständen überlassen bleiben, und lassen sich dafür keine zu detaillirte Regeln angeben. Sehr empfehle ich indessen, die Anzahl der über einander liegenden Röhrenreihen für alle Fälle nicht allein auf 8 zu beschränken, sondern sie auch nicht auf mehr zu vermindern. Diese Anzahl entzieht, wie ich mich überzeugt habe, bei der von mir gewählten Anordnung des Ofens, und der Größe der Rosten, und der Menge des sich darauf in Brand befindenden Brennmaterials, den erhitzten, zwischen den Röhren durchstreichenden Gasen grade so viel Hitze, als nöthig ist, um ihre Temperatur auf die des Apparates herunter zu bringen, und man würde bei weniger Röhrenlagen eben so sehr zu befürchten haben, unnöthige Hitze in den Schornstein zu verlieren, als auf der andern Seite die überflüssigen Röhrenreihen völlig wirkungslos bleiben müßten, in so ferne, als wegen der schon zu sehr heruntergestimmten Temperatur

Digitized by Google

der Gase keine Mittheilung der Hitze an selbige mehr Statt haben könnte. Würde man indessen, wie ich jetzt intendire, die obersten Röhrenlagen dazu verwenden, das in den Kessel getriebene Speisewasser vorzuwärmen, und es zu diesem Zwecke nicht in die Separatoren oder Recipienten, sondern in diese Röhrenlagen zu fördern, so könnte man gerne eine Lage mehr nehmen. Die letzte Hitze wird dann noch wieder auf kältere Partieen des Kessels stoßen und vollkommener verwandt werden. Bei derjenigen Construction des Ofens, die ich anwende, würde dies dem Zuge keinen Eintrag thun, zumal da bei der Anwendung dieser Kessel, wie ich mich überzeugt habe, ein mäßiger Zug vor einem lebhaften entschiedene Vorzüge hat [1]). Wird 1 Herz angewandt, so legt man den Separator auf eine, und den Recipienten auf die andere Seite desselben, und möglicher Weise so entfernt von einander, daß 1 Zug zwischen ihnen in

---

1) Ich werde mich später noch darüber aussprechen, daß ich zur Gewinnung eines genügenden Zuges weder eine größere, in den Schornstein entweichende Hitze, noch einen sehr hohen Schornstein für nöthig erachte. Ein gut angelegter Ofen und Schornstein hat schon, ohne daß Feuer im Ofen brennt, d. h. im kalten Zustande, Zug, wie sich Jeder leicht durch einen Versuch überzeugen kann, wird also schon durch einen geringern Hitzegrad der in ihn übertretenden Gase in den Zustand versetzt werden, der erforderlich ist, um das Brennmaterial mit der nöthigen Lebhaftigkeit zu verbrennen, selbst wenn der Schornstein niedrig ist. Die Höhe der Schornsteine wird nämlich nach meiner Ueberzeugung in neuern Zeiten noch immer auf eine sonderbare Weise übertrieben. Man brandschatzt durch ihre kostspielige Anlage förmlich die Fabrikbesitzer. Meine Plauer Maschine hat von Neuem den Beweis geliefert, daß die hohen Schornsteine ein unnützer Luxus seien. Ich habe bei der Anlage des Ofens einen alten bestehenden Schornstein benutzt, der kaum über dem Dache der Anstalt hervorragt, denn ich hegte nicht die mindesten Zweifel, daß er völlig genügend sein würde. Die Erfahrung hat nun aber auch bewiesen, daß ich mich hierin nicht geirrt habe; denn der Ofen der Maschine hat zu allen Zeiten einen sehr guten Zug, und der Kessel producirt überflüssig Dampf. Ich habe durch diese Ueberzeugung der Anstalt über 1000 Thaler erspart, denn sie steht halb auf Pfählen über Wasser, und es würde ein großer, gefährlicher und überaus kostspieliger Grundbau bei Fundamentirung eines sehr hohen Schornsteins nöthig geworden sein.

Digitized by Google

die Höhe geführt werden kann, der die letzte Hitze in den Schornstein leitet. Sind 2 Herzen vorhanden, so legt man 2 Separatoren auf beide Seiten, und einen Recipienten in die Mitte. Diese Anordnung ist bei der Plauer Maschine getroffen, deren Kessel und Ofen in der Frontansicht in Fig. 24 (Tab. II.) abgebildet ist. Bei 3 Herzen würde ich für 2 auf die nämliche Weise verfahren, dem dritten aber einen eigenen Separator und besondern Recipienten geben. Bei 4 müßten 2 und 2 immer so unter einander verbunden werden, wie es bei 2 Herzen geschieht. Daß sämmtliche Recipienten dann durch ein gemeinschaftliches Dampfverbindungsrohr unter einander in Verbindung gesetzt werden müßten, halte ich für überflüssig zu bemerken. Wo ich 2 Herzen anwende, gebe ich dem mittlern, das Wasser aus beiden Separatoren in den Recipienten führende Verbindungsrohr den doppelten Querschnitt der beiden von den Separatoren kommenden, damit alles Wasser, was beide zuführen, durch dieses ohne Schwierigkeit und mit der nöthigen Geschwindigkeit in den Recipienten gelangen könne. Da wo beide von den Separatoren kommenden Röhren mit dem mittlern Rohre sich vereinigen, wird man sehr wohl thun, eine Art bulbus anzubringen, in welchem die von beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung auf einander eindringenden Wasserströme Raum gewinnen, die neue ihnen aufgedrungene Richtung der Strömung anzunehmen, ohne sehr störend auf einander einzuwirken. Bei der Plauer Maschine ist diese Vorsicht von mir beobachtet worden, und hat sehr günstige Resultate geliefert. In Fig. 25 (Tab. II.) sieht man diese Anordnung. a und b sind die Separatoren, c ist der Recipient, d ist das Wasserverbindungsrohr zwischen den 3 Gefäßen. Bei e sieht man den vorhin genannten bulbus, und bei f den mittlern stärkern Theil des Rohres.

Ich kann nicht genug empfehlen, die von den Herzen in die Separatoren führenden, und die von dem Recipienten in die Herzen zurücktragenden Canäle immer im Grunde der Separatoren und Recipienten anzubringen, damit alles Wasser dieser Gefäße in die Herzen übertreten könne, wenn einmal ein

Digitized by Google

geringer Wasserstand eintreten sollte. Viel leichter und schneller fühlbar würde nämlich bei wirklich entstehendem Wassermangel dieser in den Herzen und Siedröhren werden, wenn Wasser in den obern Gefäßen stehen bliebe, und nicht ganz verwandt würde, diesem schädlichen Mangel so lange als möglich zu steuern.

Prüfen wir nun diesen neuen Röhrenkessel, dessen Beschreibung ich hier so umständlich als möglich gegeben habe, nach denjenigen Grundsätzen, die ich oben für die Construction zweckmäßiger Röhrenkessel aufgestellt habe, so werden wir gewiß finden, daß er mehr denn die meisten der bisher aufgestellten Kessel allen jenen Forderungen entspreche, die an einen Kessel der Art gemacht werden können und gemacht werden müssen, wenn er sich dem Ziele der Vollkommenheit nähern soll. Seine Entwicklungsröhren haben einen geringen Durchmesser, groß genug, um gehörig Dämpfe zu entwickeln, diese ohne Gefahr zu großer Wallungen und des Trockenkochens in die Dampfbehälter zu fördern, und den Wasserzufluß auf eine ruhige und ungestörte Weise für jeden Augenblick zu gestatten, und so jede widergesetzliche schädliche Erhitzung und dadurch entstehende Krümmung derselben zu verhüten; klein genug, um keinen gefährlichen Wasser- und Dampfvorrath zu enthalten, und bei der Metallstärke und dem Metalle, die bei ihnen angewendet werden, nicht mehr als ein unschädliches Aufreißen ohne verheerende Explosion zuzulassen [1]). Feuerberührungsfläche und Wassergehalt stehen bei ihnen im durchaus günstigen Verhältnisse, so daß die sich in ihnen bildenden Dampfblasen und Dampfstriemen nur einen geringen Raum einnehmen und wenig Wasser verdrängen. Ueber alle diese günstigen Umstände haben viele directe Versuche und unleugbare Thatsachen, und eine längere Erfahrung bereits entschieden, und bleibt darüber kein Zwei-

1) Die Erfahrung hat hierüber bereits entschieden, indem mir schon 3 Explosionen an kupfernen Röhren von dem Durchmesser und der Metallstärke der vorliegenden vorkamen, die ohne alle beunruhigenden und gefährlichen Symptome Statt hatten, und ohne alle nachtheiligen Folgen für den Ofen und seine Umgebungen blieben.

Digitized by Google

fel übrig. Die Röhren sind ferner die dampferzeugenden Organe des Kessels, werden strenge genommen allein auch nur durch das Feuer nach und nach zerstört, die Furcht einer möglichen Gefahr wird also auch allein auf sie beschränkt, auf sie überwiesen, concentrirt sich in ihnen, ihre Construction paralysirt aber dieselbe, macht sie verschwinden, dies bestätigt Theorie und Praxis. Das Bersten eines solchen Rohres steht beinahe isolirt und ohne schädlichen Einfluß von Seiten des Kessels da, der Inhalt des Kessels an Dampf und Wasser kann sich nur durch die 2 ovalen Oeffnungen, die Communicationswege des Rohres mit dem Herzen entleeren, Oeffnungen, die eine gewaltsame und gefährliche Eruption nicht zulassen, die nicht mehr Wasser und Dampf den Ausgang gestatten, als füglich durch die Zwischenräume der Rosten in den Aschenheerd und die Züge in den Schornstein entweichen kann, ohne im Ofen sich auf eine schädliche Weise anzuhäufen und ihn zu zersprengen. Die Siedröhren liegen endlich in einer Tiefe unter dem Wasserspiegel des Kessels, daß ein Wassermangel in denselben nicht leicht möglich wird, in dem Falle aber, daß dieser einmal eintreten sollte, werden diejenigen Röhren zuerst entblößt, die die wenigste Hitze empfangen, folglich nicht leicht in einen glühenden Zustand versetzt werden [1]). Dadurch wird aber eine Hauptursache aller Explosionen wegfallen, zumal da die Röhren eine geringe Metallstärke besitzen, im glühenden Zustande also wenig glühende und verdampfende Metallmassen darbieten, und durch die ovalen Oeffnungen von dem übrigen Kessel auf eine Weise geschieden erscheinen, die allen darin Statt findenden schädlichen und zerstörenden Vorgängen jeden bedeutenden und gefährlichen Einfluß auf den ganzen Kessel versagt. Die Wirkung blitzschneller, copiöser und daher gefährlicher Dampfentwickelungen wird sich daher auf die Siedröhren allein beschränken und darin erschöpfen. Ich kann diesen Umstand gar nicht genug hervor-

1) Bei den Locomotivkesseln ist dies gerade umgekehrt. Bei entstehendem Wassermangel werden die obern Röhrenlagen, die gerade der größten Hitze ausgesetzt sind, zuerst vom Wasser entblößt.

Digitized by Google

heben. Er ist bei diesem Röhrenkessel eben so eigenthümlich, als bei den bisherigen Röhrenkesseln noch unerreicht, und es scheint mir aus ihm eine unendliche Saat hoher Erwartungen für die Verbannung der Gefahr bei Hochdruckmaschinenkesseln hervorzugehen. Mein Kessel erscheint als eine Anzahl kleiner Kessel, die nur einen geringen Einfluß auf einander ausüben, nur in geringem Verkehre mit einander stehn, und deren Verkehr nur nützliche Resultate giebt, während er alle schädlichen durch seine Geringfügigkeit entfernt hält. Und diese einzelnen kleinen Kessel sind Gefäße, die beim Zerreißen ohne nachtheilige Wirkung auf einander dastehn, sind selbst so construirt, selbst von so geringem Umfange, von so geringem Gewichte, daß die Gefahr bei ihnen in ein Nichts zusammenschrumpft und unbeachtenswerth wird.

Endlich aber lassen sich meine Röhren auch auf eine wenig mühevolle, bequeme, sichere und schnelle Weise von dem sich darin anhäufenden Kesselstein reinigen. Sobald man ihre hintern Schlußdeckel abgeschroben hat, kann man durch die hintern Oeffnungen ungehindert zu den innern Räumen der Röhren gelangen, und sie vermittelst eines Instrumentes reinigen, das ich in Tab. II. Fig. 22 abgebildet habe und das weiter keiner detaillirten Beschreibung bedarf. Die vordere runde Schabscheibe muß von Stahl, an ihrer Peripherie ein wenig zugeschärft und so groß sein, daß man sie bequem in die hintern Oeffnungen der Röhren einbringen kann. Außerdem kann man sich noch eines kleinen Löffels mit gekrümmtem Stiele bedienen, um denjenigen Theil des von dem Rohre abgeschabten, und nach der Oeffnung hingeholten Kesselsteins bequem aus dem Loche heraus zu nehmen, der mit dem Schaber nicht aus dem Loche gezogen werden konnte. Die ovalen Oeffnungen werden sehr leicht, nach abgeschrobener vorderer Schlußplatte der Herzen, von diesen aus gereinigt. Selten habe ich in den untern Röhrenlagen Kesselstein angetroffen. Je höher die Lagen liegen, je mehr findet man in denselben, so daß in den obersten der meiste anzutreffen ist. Es ist dies eine sehr heilsame Erscheinung, indem dadurch die untern Röhrenlagen,

Digitized by Google

die die größte Hitze empfangen, vor schädlicher Ueberhitzung gesichert werden, in so ferne als in ihnen die schnelle Mittheilung der Hitze an das Wasser der Röhren durch den Kesselstein, als schlechten Wärmeleiter, nicht behindert wird. In den obern Röhrenlagen bringt in dieser Beziehung der Kesselstein aber weniger Nachtheil, weil sie einer mildern Hitze ausgesetzt sind, die das Metall, selbst wenn sie ihm durch das Wasser auch nicht schnell wieder entzogen wird, nicht der Gefahr einer schädlichen Ueberhitzung aussetzt. Trifft man die von mir oben angedeutete Einrichtung, das Speisewasser zuerst in die obern Röhrenlagen treten, und hier erwärmen zu lassen, so wird man die Ablagerung des Kesselsteins vorzüglich auf diese beschränkt finden. Hier wird er aber wegen der niedern Temperatur dieser Röhren theils weniger Nachtheil bringen, theils leichter entfernt werden können, in so ferne als er nun eine geringere Anzahl derselben auskleidet, und die Reinigung dieser geringern Anzahl weniger Mühe und Umstände verursacht, als fände er sich in allen Röhrenlagen verbreitet, und müßten alle Röhrenlagen bei der Reinigung in Anspruch genommen werden.

In den Herzen habe ich selten Kesselstein angehäuft gefunden. Man trifft ihn höchstens in dem untern Theile derselben, aber immer im lockern Zustande an, wird aber seine Anhäufung auf dieser Stelle dadurch sehr vermindern können, daß man durch den, am untern Ende der Herzen angebrachten, Abzapfhahn denselben dann und wann auf die gewöhnlich übliche Weise ausblasen läßt. Auf den Leitern fand ich fast gar keinen Kesselstein. Vielleicht daß er durch die kreisende Bewegung des Wassers und der Dämpfe darin immer weggetrieben wird. Von den Separatoren und Recipienten enthält nur dasjenige Gefäß bemerkenswerthen Niederschlag, in den das Speisewasser gefördert wird. Bei der Weite der Recipienten ist aber eine Reinigung davon leicht und mit wenigen Umständen verknüpft, zumal da der Kesselstein locker bleibt.

Es mögte scheinen, daß die Reinigung eines solchen Kessels wegen des nöthigen Losschraubens so vieler Theile viele Zeit erfordere. Dies hat sich aber nicht bestätigt. Bedenkt man,

Digitized by Google

daß ein gewöhnlicher voluminöser Kessel erst längere Zeit, oft länger denn 24 Stunden stehen muß, bevor er und der Ofen so weit abgekühlt sind, daß die die Reinigung besorgenden Individuen ohne Gefahr in den Kessel hinabsteigen können; erwägt man, welche Zeit das Abmeißeln des Niederschlags von den innern Wänden desselben erfordert, und welche unangenehme Arbeit dies Abmeißeln dadurch wird, daß es in einem engen, beschränkten und dunkeln Raume, und oft an Stellen vorgenommen werden muß, zu welchen schwer zu kommen ist, so erscheint die Arbeit des Reinigens meines Kessels äußerst zeitersparend und bequem. Das Abschrauben der hintern Schlußdeckel der Röhren kann schon vorgenommen werden, wenn die Siedröhren noch ziemlich heiß sind; dasselbe gilt von den Schlußplatten der Herzen und den Deckeln der Separatoren und Recipienten. Auch gestattet eine höhere Temperatur des Apparates sehr wohl das Herausnehmen des Kesselsteins, der in solcher Temperatur sich eher von den Wänden des Apparates löset, als in niedrigerer, auch spröder und bröcklicher ist. Sehr schnell ist das Ausschaben der Röhren, des Herzens und der Separatoren und Recipienten bewirkt, indem der Niederschlag jeder leichten Bemühung sogleich nachgiebt, zum Theil schon in völlig gelösetem Zustande gegen die Enden der Siedröhren der Separatoren und Recipienten hin, und im untern Theile der Herzen gefunden wird, und nur des Herausnehmens bedarf. Die Reinigung des Plauer Kessels erfordert kaum einen Tag und kann schon am Morgen früh nach dem Stillstande der Maschine beginnen, wenn man die Vorsicht gebraucht, daß man das Register und die Heizthüren am Abende nach dem Stillstande der Maschine offen läßt, wo dann die kalte durch den Ofen streichende Luft Kessel und Ofen bald in genügendem Grade abkühlt. Gewiß ist, daß diese Reinigung bei einem solchen Kessel schon vollkommen beseitigt sein kann, bevor man mit der der gewöhnlichen voluminösen Apparate dieser Art beginnt. Selten dürfte die Arbeit der Maschine durch sie länger als einen Tag unterbrochen werden, so daß, wenn man die Reinigung des Sonntags vornimmt, in dem Betriebe der Ma-

Digitized by Google

ſchine und der durch ſie zu betreibenden Werke gar keine ungewöhnliche und geſetzwidrige Stockung entſteht.

Wie oft ein ſolcher Keſſel zu reinigen ſei, hängt ſehr von der Beſchaffenheit des Waſſers ab, deſſen man ſich bedient. Sehr hartes Brunnen- und Quellwaſſer ſollte man zur Speiſung von Dampfkeſſeln nur im alleräußerſten Nothfalle anwenden, und dann, wenn man kein anderes erhalten kann, den Keſſel ſo oft als möglich reinigen. Iſt Fluß-, See-[1]) und Bachwaſſer auch mit mehr Koſten und Umſtänden herbeizuſchaffen, ſo ſollte man dieſe nicht ſcheuen. Man bringt ſie durch Erſparungen an den Keſſeln und an Zeit und Arbeitslohn zum Reinigen derſelben wieder reichlich ein. Lieber nehme man mooriges Waſſer als Brunnenwaſſer. Dieſes ſetzt zwar Modde, aber wenig oder gar keinen Keſſelſtein ab [2]). Ich muß wiederholt ein öfteres des Tages vorgenommenes Ausblaſen des Keſſels empfehlen, um den Keſſel während des Gebrauchs von dem bei dem Sieden mehr locker herumſchwimmenden Niederſchlage und der ſich anhäufenden und ſich in die untern Theile des Keſſels ſenkenden Modde zu befreien. Dieſes Ausblaſen ſollte wenigſtens alle Stunden geſchehen, und iſt es nur nöthig, kleinere Quantitäten Waſſer dabei abzulaſſen, etwa 1 oder 2 Kubikfuß. Man läßt dann den Waſſerſtand in den Separatoren und Recipienten vorher etwas anwachſen, damit durch das Ausblaſen kein Waſſermangel im Keſſel entſtehe. Damit bei dem öftern Ausblaſen das Keſſelhaus nicht zu ſehr mit Dampf gefüllt werde, ſteckt man auf die Abzapfhähne ein blechernes oder kupfernes Rohr möglichſt dicht auf, und läßt dieſes in's Freie ausmünden. Auf dieſem Wege wird dann zugleich das ausgeblaſene Waſſer mit den bei ſich führenden Unreinigkeiten

1) Ich verſtehe hier das Waſſer ſüßer Seeen, nicht Meerwaſſer.

2) In Wehnendorf hatte ich das ſchönſte klarſte Brunnenwaſſer auf dem Hofe; ich zog es aber vor, das Waſſer zur Speiſung meiner beiden Dampfmaſchinen aus einem Teiche zu nehmen, in welchen das Waſſer aus einem kleinen Torfmoore floß, und der zugleich die Miſtjauche des Hofes aufnahm, und befand mich ſehr wohl dabei. Die Modde ließ ich öfters ausblaſen, und ſelten fand ſich eine Spur von Keſſelſtein.

Digitized by Google

auf eine Art abgeleitet, die jede Verunreinigung des Lokals verhütet. —

Ob Kessel dieser Art auf Schiffen, die das Meer befahren, wegen des vielen Salzniederschlages aus dem Meerwasser anzuwenden seien, wage ich nicht gewiß zu behaupten, jedoch bin ich sehr geneigt, es zu glauben. Vorzüglich dürften ihrer Anwendung für diesen Zweck dann gar keine Schwierigkeiten entgegenstehen, wenn man den Siedröhren einen größern Durchmesser und den Herzen eine größere Tiefe, den Siedröhren z. B. einen Durchmesser von 6 Zollen giebt, wo sie dann auch länger, (auf 8 Fuß), und hinsichtlich ihrer ovalen Oeffnungen größer eingerichtet werden können, diese daher nicht so leicht in Gefahr kommen, von dem niedergeschlagenen Salze verstopft zu werden. Der bei Schiffskesseln nicht anzuwendende gemauerte Ofen ist dadurch leicht zu entfernen, daß man allenthalben da, wo Mauerwerk den Ofen einschließt, flache Kammern anbringt, die durch und durch stark verbolzt und inwendig mit gußeisernen Leitern versehen sind, die eine nützliche und mehr geregelte Circulation in den Kammern hervorbringen. Durch diese Leiter können dann zugleich die Verbindungsbolzen gehen. In Fig. 23. Tab. II. habe ich eine solche Kammer im Durchschnitte angedeutet. aa sind die Leiter. Sie bewirken eine Circulation in derselben nach der Richtung der Pfeile. Bei bb durchdringen die Verstärkungsbolzen die Kammern. Die Leiter dienen beim Anschrauben derselben als innere Stützpunkte, wodurch das weitere Zusammenschrauben der die Kammern bildenden Wände verhindert wird, und die Oeffnungen, wodurch die Bolzen gehn, zugleich dicht geschlossen werden. Bei c gehn die in den Kammern entwickelten Dämpfe in die Separatoren, bei d kommt das den Kammern zuzuführende Wasser von den Recipienten. Es wird, wie in den Herzen, durch ein Rohr möglichst weit nach unten in die Kammern hinabgeleitet. Am untern Ende müssen die Kammern verschließbare Oeffnungen haben, damit sie gereinigt werden können. Separatoren und Recipienten könnten bei Schiffskesseln dieser Art füglich auf dem Verdeck angebracht und mit Ruhebänken für die Passagiere überkleidet

Digitized by Google

werden, um sie den Augen zu entziehen, und die Ausstrahlung von Hitze an ihnen zu mäßigen. Eine solche zum Ersatz des gemauerten Ofens dienende Einrichtung dieser Kessel würde auch auf Locomotiven sehr anwendbar sein [1]).

Betrachtet man die Structur der Herzen, so muß man gestehen, daß diese außerordentlich fest und dauerhaft und vermögend sei, einen sehr großen Druck auszuhalten; denn nicht allein sind Seitenwände und vordere und hintere Schlußplatte von ungewöhnlicher Stärke, sondern letztere werden auch noch durch ein Heer von Anzieh- und Verstärkungsbolzen am Ausweichen völlig verhindert. Die oben berührte Erfahrung, daß ich nie die mindeste Ausbauchung an der vordern dünnern Schlußplatte wahrnehmen konnte, liefert den Beweis, wie unnachgiebig diese Wände gebaut sind. An jedem der Herzen der Plauer Maschine befinden sich 42 Anzieh- und 12 Verstärkungsbolzen, wovon jeder im Zuge wenigstens einer Gewalt von 36000 Pfunden widersteht, ehe er zerreißt, und diese Bolzen sind von zähem schwedischen Eisen, dauerhaft und sicher gearbeitet. Ihrer 12 von den Verstärkungsbolzen widerstehen allein schon einer Gewalt von 430000 Pfunden, und die vordere Platte hat bei regelmäßigem Drucke der Dämpfe im Kessel nur 96000 bis 100000 Pfunde auf ihrer ganzen Fläche vertheilt zu tragen, von denen die Hälfte gewiß noch auf die Anziehbolzen fällt. Man kann also sagen, daß nach so geringen Anhaltspunkten berechnet, die Herzen eine wenigstens achtmal so große Stärke besitzen, als erforderlich ist, um dem gesetzlichen in ihnen waltenden Drucke zu widerstehen. Wer dürfte hier noch an Gefahr denken!

Was die innere Construction der Herzen betrifft, so hat die Erfahrung bereits darüber entschieden, daß sie selbst bei nie-

1) Vielleicht sind die Leiter für diese Kammern völlig überflüssig, zumal da sie nur von einer Seite, und zwar in senkrecht aufstrebendem Zuge von der Hitze bestrichen werden, folglich nicht viel Dämpfe entwickeln und daher auch keine großen Wallungen fürchten lassen. Beim Fortbleiben der Leiter werden die salzigen und erdigten Concremente sich auch besser unten in den Kammern ansammeln, was ihre Reinigung sehr erleichtert.

Digitized by Google

derm Drucke vollkommen allen Forderungen genüge. Die in den Siedröhren entwickelten Dämpfe werden an den Leitern auf eine, für die Speisung dieser Röhren mit Wasser völlig unschädliche Weise abgeführt, und vollkommen treten alle Erscheinungen ein, die ich oben bei Beschreibung der Herzen angegeben habe. Die Herzen sind dem Feuer wenig oder gar nicht ausgesetzt, werden daher auch wenig zerstört werden und sehr lange in einem erprobt sicheren Zustande verharren; denn der größte Theil der hintern Schlußplatte, der einzige der Flamme dargebotene Theil derselben, ist von den Röhren in Anspruch genommen, und es bleiben nur geringe Flächen übrig, die nicht von diesen bedeckt, und der Einwirkung des Feuers entzogen werden. Die untere Fläche der Herzen liegt aber nicht unmittelbar über der Flamme, und kann durch eine paßliche Lehmverkleidung gegen die Einwirkung derselben geschützt werden.

Fast halte ich es für überflüssig, über die Separatoren und Recipienten noch mehreres zu sagen. Jeder, der ihre Structur genau betrachtet, die Stärke ihrer Wände, die Unbedeutendheit ihres Durchmessers, die völlige Entrückung derselben von allen schädlichen und zerstörenden Einflüssen, namentlich von einem schädlichen Grade der Hitze des Ofens; wird bekennen müssen, daß diese Gefäße nicht allein einen sehr großen Druck zu ertragen im Stande sein werden, sondern daß sie sich auch in einem sichern Zustande erhalten müssen, vorzüglich wenn man, wie ich oben angeführt habe, die Vorsicht gebraucht, ihre innere Fläche alle Jahre einmal zu überfirnissen. Daß ihre horizontale Lage hinsichtlich der Gewinnung eines großen Wasserspiegels Vorzüge habe, ist schon von mir berührt worden, jedoch glaube ich, daß es doch auch Fälle geben könne, wo eine senkrechte Stellung derselben vortheilhafter ist. Ein solcher Fall dürfte dort eintreten, wo der Kessel nicht ruhig steht, sondern schwankenden Bewegungen oder öftern Schieflagen, wie auf Schiffen, ausgesetzt ist. Freilich würde es in diesem Falle wünschenswerth sein, den Durchmesser derselben wenigstens bis auf 2 Fuß zu vergrößern, wahrscheinlich wird aber der nämliche Zweck, Vermeidung zu großer Wallungen und starken Emporwerfens

Digitized by Google

des Wasserspiegels in's Dampfrohr, vermieden werden, wenn man die Gefäße von gehöriger Höhe baut, oder eine größere Anzahl derselben nimmt, die den Schornstein umgeben, und insgesammt mit ihm in einen passenden großen Mantel eingekleidet werden, der von Eisenblech construirt wird, und dem man äußerlich eine möglichst angenehme Form giebt, ihn auch mit so viel Festigkeit baut, daß er von Sturzwellen nicht weggerissen werden kann.

Die Verbindung zwischen den Dampf- und Wasserräumen der Recipienten und Separatoren darf gewiß zweckmäßig genannt werden; denn sie erfüllt auf's Vollkommenste die gemachte Aufgabe, d. h. Wasser und Dampf gehörig von einander zu scheiden, und letzteren der Maschine vollkommen geschieden und rein zuzuführen, bewirkt eine gehörige Ruhe im Wasserstande der Recipienten, und gewährt alle die dadurch entstehenden großen Vortheile. Ueberdieß wird, bei dem gewählten Verhältnisse des räumlichen Inhaltes dieser Gefäße zu dem der Herzen und Siedröhren, ein bedeutendes Steigen des Wasserspiegels bei beginnendem Sieden in der Art verhütet, daß die so oft gerügte große Veränderlichkeit und Unstätheit im Wasserstande der gewöhnlichen Röhrenkessel hier vollkommen wegfällt, und eine genaue Beobachtung desselben auf keine Weise erschwert wird.

Werden alle Theile und Größenverhältnisse dieses Kessels nach den von mir gegebenen Regeln eingerichtet, so stellen sich folgende wichtige Punkte ganz von selbst:

1) Der Kessel wird Wasser genug enthalten, um eine möglichst regelmäßige Dampfentwicklung zu gestatten. In wie ferne diese von dem Wassergehalte desselben abhänge, habe ich früher sehr ausführlich gezeigt. Bei Röhrenkesseln von sehr engen Röhren ist ein gehöriger Wassergehalt schwer zu erzielen. Die Röhren dieses Kessels haben größere Durchmesser, und enthalten deshalb in Verhältniß zu ihrer Feuerberührungsfläche genug Wasser, um diesem wichtigen Fehler abzuhelfen, das etwa noch fehlende an dem nöthigen Quanto enthalten die Herzen, Separatoren und Re-

Digitized by Google

cipienten. Nach meinen Erfahrungen sollte auf 10 Quadratfuß Feuerberührungsfläche eines Röhrenkessels wenigstens 1 Kubikfuß Wasser kommen, und diese Bedingung erfüllt der vorliegende Kessel vollkommen.

2) Die Dampfräume desselben stehen in einem günstigen Verhältnisse zu dem kubischen Inhalte der mit Dampf zu füllenden Räume des Dampfcylinders. Watt nahm an, daß ein Kessel wenigstens 8 Cylinderfüllungen enthalten müsse, der vorliegende enthält deren beinahe 20 [1]), wenn er regelmäßig mit Wasser versorgt ist, und daher sind die Schwankungen des Quecksilbers im Manometer bei Anwendung desselben nur sehr geringe.

Ich habe zuletzt noch zu erinnern, daß ich unter Feuerberührungsfläche eines Kessels immer diejenige Fläche desselben verstehe, die äußerlich der Hitze des Ofens bloßgestellt, und innerhalb des Kessels von Wasser bedeckt ist, und diese bei allen Calculationen ohne Abzug in Rechnung bringe, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, ob einzelne Theile derselben in einer mehr oder weniger günstigen Stellung dem Feuer ausgesetzt sind. Da nun aber die Wirkung einer solchen Fläche nach dieser verschiedenen Stellung, in Absicht auf Dampfentwicklung, sehr verschieden ausfällt, so versteht sich von selbst, daß, in so ferne als die Berechnungen auf den wirklichen Effect dieser Fläche sich beziehn, nur immer von einem durchschnittlichen die Rede sein kann, und dieser dürfte bei allen Flächen, ausgenommen bei den allein senkrechten, so ziemlich gleich sein, da, was dem einen Theile einer solchen Fläche an günstiger Stellung gegen das Feuer abgeht, durch die günstigere Stellung des andern wieder ersetzt werden dürfte. Bei Röhren, die ganz im Feuer liegen, wirkt die obere Fläche nur in einem sehr geringen Grade zur Verdampfung mit, indem die erhitzten Gase eines Ofens

1) Man kann bei Expansionsmaschinen nicht den ganzen kubischen Inhalt des Cylinders in Rechnung bringen, sondern nur denjenigen Theil desselben, der wirklich mit Dampf vom Kessel ausgefüllt wird, und dieser ist bei meinen Maschinen ja nur der dritte Theil des ganzen Cylinderraums.

Digitized by Google

ihre Hitze von oben nach unten nur sehr wenig mittheilen, auch ist diese Fläche in der Regel, vorzüglich bei dem vorliegenden Kessel, mit Asche, als einem schlechten Wärmeleiter, bedeckt, der das Eindringen der Hitze vollends verhütet; man kann also auf selbige fast gar nicht rechnen, zumal sie wegen der, in dem obern Raume der Röhren fortlaufenden Dämpfe und des daselbst sich bildenden kleinen Dampfraums nicht einmal mit dem Wasser der Röhren gehörig in Berührung kommt; jedoch ist hier zu bedenken, daß die übrige Fläche der Röhren, vorzüglich die untere, in einen desto günstigern Contact mit den erhitzten Gasen des Ofens tritt, und deshalb der geringen Wirkung der obern Fläche zu Hülfe kommt, und diese reichlich mit ersetzt. Daß dem wirklich so sei, beweiset der ausgezeichnete Effect dieser Kessel in Verhältniß zu ihrer Feuerberührungsfläche, den die Erfahrung bereits genügend dargethan und bestätigt, und als einen bisher kaum erreichten herausgestellt hat. Daß die obere Fläche der Siedröhren weniger der Hitze des Ofens ausgesetzt, zum großen Theil sogar mit einem schlechten Wärmeleiter, mit Asche, wie gesagt, bedeckt ist, ist in Absicht auf ihre längere Erhaltung gewiß von großer Wichtigkeit; denn der kleine, in der obern Partie der Röhren sich bildende Dampfraum, der die Berührung derselben von Wasser hindert, würde diese nicht genügend gegen einen starken Angriff des Feuers schützen können. Bei der geringen Breite dieser Partie und bei der großen Leitungsfähigkeit des Kupfers wird die Hitze aber auch schnell immer durch die benachbarten und vom Wasser bespülten Wände der Röhren abgeleitet werden, auch dürften die in den Röhren aufsprudelnden Dämpfe gewöhnlich einen Theil des aufgeworfenen Wassers gegen die Decke der Röhren schleudern, und sie in kurzen Zwischenräumen immer in dem Maaße netzen, daß jede zu große, und doch eine längere unausgesetzte und trockene Einwirkung des Feuers voraussetzende Anhäufung von Hitze in ihr verhindert wird.

Dieser neue Kessel muß immer so weit mit Wasser gefüllt werden, daß die Siedröhren und Herzen ganz, die Separatoren und Recipienten aber halb davon voll sind. Beim be-

Digitized by Google

ginnenden Sieden steigt dann der Wasserspiegel zwar um einige (gewöhnlich 2) Zoll, bei dem von mir angegebenen Durchmesser der Separatoren und Recipienten bringt dies aber keinen Nachtheil, auch kann man diesem Uebelstande dadurch füglich aus dem Wege gehen, daß man die Füllung des Kessels um diejenigen Zolle, die der Wasserstand bei beginnendem Sieden steigt, geringer einrichtet. Dieser Umstand tritt dann auch schon von selbst ein, wenn man bei halb gefüllten Recipienten ꝛc. die Arbeit des Kessels unterbricht, in welchem Falle dann das Wasser im Kessel von selbst schon genau so viel fallen muß, als es bei der wieder erfolgenden Ingangsetzung durch die wieder beginnenden Wallungen steigt.

Zuletzt darf ich noch eines Vortheils dieses Kessels von großem Belange nicht unerwähnt lassen, der zugleich seine außerordentlich zweckmäßige Verwendung der Hitze erweiset, und in Hinsicht auf seine Brennmaterialersparung wichtig erscheint. Dieser Vortheil spricht sich darin aus, daß der Kessel bei den gegebenen Verhältnissen seiner einzelnen Theile, seines Wasservorrathes und seiner Feuerberührungsfläche zu einander, vom kalten Zustande an, nach beginnendem Anfeuern im Ofen, in sehr kurzer Zeit, nämlich in einer halben, höchstens dreiviertel Stunde in den Zustand versetzt wird, daß er Dämpfe von gehöriger Spannung für die Maschine liefert. Es ist dies ein Resultat, dessen sich gewiß wenige Kessel rühmen dürften.

B. Ofen.

Der Ofen ist für eine Hochdruckmaschine einer der wichtigsten Theile. Von seiner Construction und dem durch ihn herbeigeführten Effecte hängt die ganze Wirkung und Kraft der Maschine ab, in so ferne als das Feuer das Agens derselben ist; es kann daher auf seinen Bau nicht Fleiß, Genauigkeit und Sachkenntniß genug verwendet werden, um das Brennmaterial in ihm möglichst vollkommen zu verbrennen, und von der entwickelten Hitze so viel als möglich dem Kessel zuzuwenden. Diese beiden Forderungen an einen guten Ofen sind aber nicht

Digitized by Google

so leicht befriedigt. Wir kennen die Bedingungen, unter welchen alle Hitze vollkommen aus dem Brennmaterial entwickelt werden könne, eben so wenig, als wir völlig im Klaren sind über die beste Anwendung derselben auf den Kessel. Ich will meine Ansichten und Erfahrungen über die Construction guter Oefen für Hochdruckmaschinen so kurz als möglich mittheilen.

Es ist hier zuerst die Frage zu beantworten, ob es überhaupt zweckmäßig sei, gemauerte Oefen anzuwenden, und ob diejenigen Dampfkessel Vorzüge haben, die den Feuerplatz in ihrem Innern enthalten, und in welchen die Flamme in Feuerzügen fortgeleitet wird, die allenthalben von Wasser umgeben werden. Gewöhnlich ist man der Ansicht, daß das Mauerwerk eines von Ziegeln erbauten Ofens sehr viel Hitze verschlucke, und sie dem Kessel entziehe. Man nimmt an, daß die Hitze da besser verwendet werden müsse, wo das Feuer unmittelbar, innerhalb des zu erhitzenden Körpers brennend, seine strahlende Wärme sogleich an ihn abgeben könne. Wenn diese Ansicht auch einige Wahrheit ausspricht, so enthält sie doch auch manche Scheingründe. Ich will hier in's Gedächtniß zurückrufen, was ich schon oben von den Nachtheilen der Kessel mit innern Feurungen, in Bezug auf eine vollkommene Verbrennung des Brennmaterials, gesagt, und wie ich dort gezeigt habe, daß auf solchen Feuerplätzen innerhalb des Kessels die Hitze, bevor sie sich mit gehöriger Intensität entwickelt und gesammelt hat, über dem Roste zu stark absorbirt, und deshalb eine mangelhafte Combustion bewirkt und viel Rauch erzeugt werde. Ein gemauerter Ofen nimmt freilich viel Hitze auf, diese durchdringt ihn aber selten in dem Maaße, daß seine äußern Wände eine hohe Temperatur annehmen und viel Hitze ausstrahlen sollten, zumal wenn diese Wände stark genug gebaut werden, und in ihrem Innern zweckmäßige Lufträume enthalten, welche die Mittheilung der Wärme an die äußere Fläche des Ofens verhindern. Ist ein Ofen inwendig stark erhitzt, so wirkt er aber auch vortheilhaft auf den Kessel, wenn die Feurung momentan schwächer ist, indem er den Mangel an Hitze durch seine ausstrahlende Wärme ersetzt, und so eine regelmäßigere Dampf-

Digitized by Google

entwicklung vermittelt. Zugleich erhält er beim Stillstande der Maschine den Kessel lange noch auf einem vortheilhaften Grade der Temperatur, vorzüglich in dem Falle, wenn jedes Eindringen von kalter Luft in denselben durch Schließung des Regisiers verhütet wird. Er wird so Ursache einer großen Ersparung an Brennmaterial, wenn man den Kessel von Neuem wieder in Thätigkeit setzt, z. B. des Morgens nach nächtlichem Stillstande der Maschine. Gewöhnlich wird, wenn die nächtliche Pause nicht über 7 bis 8 Stunden beträgt, der Kessel des Morgens noch im Sieden angetroffen, und es ist dann nur sehr wenig Brennmaterial nöthig, um schnell wieder Dämpfe von gesetzlicher Spannung zu entwickeln. Vielfältig ist mir an meinen Maschinen die Ueberzeugung hievon in die Hand gegeben [1]). So viel dürfte gewiß sein, daß man in Erwägung dieser günstigen Umstände die Anwendung gemauerter Oefen eher wünschenswerth finden, als widerrathen sollte, zumal wenn man bedenkt, daß ein Kessel mit inwendiger Feurung, vorzüglich dann, wenn seine äußern Wände, wie sehr häufig, ja in den meisten Fällen geschieht, der äußern Luft, ja wohl gar jeder Witterung bloß gestellt sind, auf seiner ganzen äußern Oberfläche eine sehr hohe Temperatur, d. h. die der in ihm entwickelten und sich sammelnden Dämpfe, besitzt, und vermöge derselben immer geneigt ist, viel Wärme auszustrahlen, und sie so dem Wasser und den Dämpfen zu entziehn. Ob durch ein solches schädliches Ausstrahlen von Wärme von Seiten der äußern Kesselwände nicht ein größerer Verlust an Hitze herbeigeführt werde, als durch die äußern, bei gehöriger Construction kaum auf 30 bis 40° Reaumur erwärmten Wände eines Ofens, steht sehr dahin. Sehr wenige Kessel lassen sich aber auch nur mit inwendigen Feurungen einrichten, Röhrenkessel gewiß sehr selten, wenigstens wüßte ich keine Form derselben, worauf die-

1) In mehreren dieser Maschinen läßt man des Abends um 7 Uhr das Feuer ausgehen, und des Morgens um 4½ Uhr, zu welcher Zeit von Neuem angefeuert wird, ist das Wasser im Kessel noch in vollem Wallen begriffen.

Digitized by Google

ses Princip bequem anwendbar wäre. Die Kessel der neuern Locomotiven sind zwar nach demselben gebaut, aber auch keine Röhrenkessel im eigentlich richtigen Sinne zu nennen, von ihnen kann hier also die Rede gar nicht sein. Die in ihnen enthaltenen Röhren sind, wie ich oben schon zeigte, nur in viele kleine Stücke zersplitterte Feuerzüge, die alle Mängel solcher Züge an sich tragen. Bei manchen Gelegenheiten scheint es, als könne man für gewisse Zwecke der Kessel mit inwendiger Feurung gar nicht entbehren, z. B. da, wo Dampfkessel in ganz von Holz construirten Räumen, auf Schiffen ꝛc., aufgestellt werden müssen, wo man für solche Räume von der Erhitzung gemauerter Oefen, und den in diesen oft entstehenden Rissen, woraus Flammen hervordringen können, Feuersgefahr fürchtet, oder auch da, wo Kessel einen gewissen Grad von Erschütterung zu erleiden haben, z. B. auf Dampfwagen, vorzüglich auf denen, die für gewöhnliche Chausseen erbaut werden. Es lassen sich jedoch auch recht gut gemauerte Oefen für solche Dampfkessel denken, vorzüglich für diejenigen der Schiffe, die dergleichen Gefahr durchaus nicht in sich schließen, und die selbst auf diesen eine ausgedehntere Anwendung gestatten. Als solche mögten vorzüglich solche Oefen gelten, die mit gußeisernen Einfassungen versehen sind, wie wir sie hie und da auf den amerikanischen Dampfschiffen finden, und von denen Marestier in seinem oben schon angeführten Werke [1]) Nachricht giebt. Das Mauerwerk müßte in solchen Einfassungen gehörig verankert werden, so daß selbst kleine Erschütterungen demselben keinen Nachtheil bringen könnten. Um das Durchdringen der Hitze zur Einfassung zu mindern, dürften die weiter unten berührten Lufträume gewiß Vortheil gewähren. Wie übel würde es auch um die Hochdruckmaschinen stehn, wenn ihre Röhrenkessel auf Schiffen ganz unpracticabel wären, da sie doch sonst alle Eigenschaften besitzen, die sie zu ganz vorzüglichen Schiffmaschinen stempeln.

Eine zweite Frage, die ich hier zu beantworten habe, ist

---

1) Marestier mémoire sur les bateaux a vapeur des états unies d'Amérique planch. IX.

Digitized by Google

die, wie ein gemauerter Ofen auszuführen sei, wenn seine Construction zweckmäßig genannt werden soll. Hinsichtlich der zu seinem Baue nöthigen Ziegel sollte man nur solche aussuchen, die möglichst hart gebrannt sind, und vor Feuer gut stehen. Auch sollte man sie stets so legen, daß keine Stellen derselben der unmittelbaren Einwirkung des Feuers ausgesetzt werden, die, um die nöthige Form herauszubringen, behauen werden mußten. Wo ein starker Grad der Hitze wirkt, ist die Anwendung feuerfester Steine unerläßlich, während man in den vom Feuerplatze schon entferntern Zügen füglich gewöhnliche Ziegel verwenden kann. Mit großer Verwunderung habe ich bemerkt, daß man zum Aufbau der Oefen für Dampfmaschinen in England häufig Kalk anwendet. Auf jeden Fall ist ein nicht zu fetter Lehm als Bindungsmittel für die Steine mehr anzurathen. Kalk verliert in größerer Hitze bald seine bindende Kraft, wird locker und zerfällt, während der Lehm hart brennt und desto fester und bindender wird. Da, wo feuerfeste Steine eingesetzt werden, ist es gut, zum Bindungsmittel Steinmehl von solchen feuerfesten Ziegeln, mit fettem Lehm vermischt, zu nehmen, oder dem Lehm etwas Kiessand, Asche und Küchensalz zuzusetzen. Eine Hauptrücksicht beim Bau der Oefen ist, daß man sie, vorzüglich in den Theilen, wo die größte Hitze wirkt, gehörig mit Ankern versehe, damit sie an zu starker Ausdehnung und darauf erfolgendem Aufreißen, wodurch ein Eindringen von kalter Luft in sie begünstigt wird, behindert werden. Ist es irgend möglich, sollte man Gewölbe in den Oefen zu vermeiden suchen, wenigstens sie nur da anwenden, wo keine starke Hitze wirkt, und wo sie keine bedeutende Last zu tragen haben, durch deren Druck sie locker werden und nachgeben. Um eine sichere Auflage für Kessel, deren Endflächen zum Zwecke einer bequemern Reinigung aus dem Ofen hervorragen, und vorne über den Heizthüren ihren Stützpunkt finden müssen, zweckmäßig zu bewirken, wird man wohl thun, gußeiserne Platten anzuwenden, womit man die vordere untere Wand des Ofens bekleidet, und auf welcher man den Kessel ruhen läßt. Diese Platte kann nun gleich die Heizöffnung, oder mehrere derselben, wo es nöthig

Digitized by Google

ist, enthalten, und an ihr lassen sich die Heizthüren bequem, sicher und gehörig luftdicht schließend aufhängen. Solche Platten geben überhaupt der vordern Ofenwand ein sehr angenehmes, gefälliges, festes und sicheres Ansehen. Die vielfältigen, durch das Oeffnen und Zuwerfen der Ofenthüren entstehenden Erschütterungen bringen bei ihrer Anwendung dem Ofen wenig oder gar keinen Nachtheil, und das Mauerwerk zur Seite der Heizthür und das Gewölbe über derselben gewinnt daran einen sichern Stützpunkt. Um letzteres noch sicherer zu befestigen, kann man an der innern Fläche der Platten eine nach innen vorstehende Rippe angießen oder anschrauben, worauf es sich stützt. Geschmiedet eiserne Stangen sollte man nie zu solchen Stützpunkten verwenden. Sie werden bald glühend und biegen sich dann, werden auch in großer Hitze schnell zerstört. Freiliegende Kesselflächen, wie die obern halbrunden Decken der gewöhnlichen Kessel für Maschinen mit niederm Drucke, müßten stets übermauert werden, um das Ausstrahlen von Hitze an denselben möglichst zu verhindern. Sehr selten geschieht dies jedoch, wie man sich allenthalben bei diesen Maschinen überzeugen kann. Ueber den Nachtheil der Vernachlässigung dieser Vorsicht ist oben schon gesprochen worden.

Die Oefen vor großer Ausstrahlung von Hitze zu bewahren, hat man verschiedene Mittel angewandt. Man hat sie mit eigenen Mänteln umgeben, und Asche in den Zwischenraum gebracht, sie in enge, völlig abgeschlossene Zimmer gesetzt, woraus die Hitze nicht entweichen kann, sie mit dicken Wänden versehen, und Luftschichten in ihrem Mauerwerk angebracht. Von diesen Mitteln sind die letzten beiden die besten, und von diesen wieder das letzte das empfehlenswertheste. Es erfordert bei seiner Anwendung keinen so großen Aufwand von Steinen, als sehr dicke Wände, und schützt dennoch vollkommener. Bei demselben bildet eine zweite dünnere Mauer um den Ofen herum gleichsam einen Mantel, zwischen welchem und dem Ofen eine Luftschicht steht, die als schlechter Wärmeleiter die Mittheilung der Hitze des innern Ofens an den Mantel verhindert. Daß diese Luftschicht in völliger Ruhe sich befinden müsse, wenn sie

Digitized by Google

ihren Zweck erfüllen soll, halte ich für überflüssig zu bemerken. Dicke Mauern erfordern viel Brennmaterial, haben aber den Nutzen, daß sie bei geringen Versiegungen der Kessel mehr Sicherheit gewähren, indem sie durch ihre größere Masse der Explosion einen stärkern Widerstand entgegensetzen; indessen ist auch nicht zu verkennen, daß sie größere Explosionen nur um so gefährlicher machen, in so ferne als ihre umhergeschleuderten Massen durch ihre Größe die Zerstörung vermehren. In Frankreich sind dieser Rücksicht halber sogar Mauern von einer bestimmten Dicke gesetzlich vorgeschrieben. Ich habe bei meinen Oefen Mauern von 12, höchstens von 18 Zoll Stärke immer hinreichend gefunden.

Sehr viel Streit hat unter den Technikern von je her die Höhe der Schornsteine für die Dampfkesselöfen veranlaßt. Einige halten sehr hohe Schornsteine von 70, 80 bis 100 Fuß für unerläßlich, um einen gehörigen Zug im Ofen zu bewirken, andere versichern, mit niedrigen dieselben Resultate zu gewinnen[1]). Meiner Meinung und Erfahrung nach ist das Recht auf beiden Seiten, und es kommt nur darauf an, die Fälle gehörig strenge zu bestimmen, in welchem es mehr auf der einen als auf der andern Seite sei. Ich unterscheide hier folgende Umstände:

1) Sind die Kessel von bedeutender Länge und Weite und die Züge im Ofen so angelegt, daß die durch sie geleitete Hitze in ihnen eine weite Strecke horizontal fortstreichen muß, indem sie mehrere Male durch und um den Kessel zu gehen, oft sogar niederzusteigen und viele Winkelkrümmungen zu passiren hat, so sind höhere Schornsteine von 50 bis 80 Fuß gewiß sehr empfehlenswerth, ja in manchen Fällen unerläßlich [2]).

---

1) Sehr umfassend hat diesen Gegenstand Peclet in seinem Werke über die Wärme behandelt. Ihn hat hie und da noch mehr erläutert und berichtigt Achill Penot, in einer, im Bulletin de la soc. industr. de Müh. gelieferten, und Mémoire sur la manière de déterminer les dimensions d'une cheminée betitelten sehr gelehrten Abhandlung.

2) Daß aber auch in dem Falle vieler und langer horizontaler Züge

Digitized by Google

2) Hat ein Ofen hingegen mehr senkrechte als horizontale Züge, oder sind die horizontalen nur von geringer Länge, sind endlich gar nur senkrechte allein vorhanden, und unter diesen nicht einmal niedersteigende, so kann man mit niedrigen, 20 bis 40 Fuß hohen Schornsteinen füglich auskommen, in letzterm Falle fast ohne Schornstein, wenn die Gelegenheit dazu gegeben wäre.

3) Einen großen Einfluß hat aber auch das Brennmaterial, welches man anwendet. Nach meinen Erfahrungen kommt man bei Holzfeurung mit viel niedrigern Schornsteinen aus, als bei Torffeurung, bei dieser wieder mit niedrigern, als bei Steinkohlenfeurung, bei dieser endlich mit weniger hohen, als mit Coaksfeurung.

4) Große Rücksicht gebietet endlich die Nähe hoher Gebäude, Bäume, Thürme oder anderer hoher Gegenstände. In den meisten Fällen scheint es indessen hier genügend, wenn man mit dem Schornsteine höher als der höchste Punkt dieser Gegenstände geht, und möglichst sich von denselben zu entfernen sucht. Es giebt aber auch hier Ausnahmen von der Regel; denn ich habe schon Schornsteine von sehr geringer Höhe zwischen hohen Gebäuden aufgeführt, und zu allen Zeiten den besten Erfolg von ihnen gehabt. Wie wenig wissenschaftliche Aufschlüsse haben wir überhaupt über den Einfluß der Höhe, Lage und Stellung benachbarter Gegenstände auf die Schornsteine, vorzüglich mit Rücksicht auf die herrschenden Winde! —

Da die Hitze immer aufzusteigen strebt, indem die erhitzten Gase specifisch leichter als die äußere Luft sind, so legen horizontale Züge ihr bei dieser Tendenz Hindernisse in den Weg, und zwingen sie, in einer ihr nicht natürlichen Richtung fort-

---

eine mäßige Höhe der Schornsteine genüge, zeigen die Schornsteine der Dampfschiffskessel, die oft kaum 30 Fuß hoch sind, und in der Regel doch einen guten Zug haben. Ich für mein Theil sahe Dampfschiffe, deren Schornstein nicht viel über 25 Fuß hoch war, und deren Kessel einen solchen Zug hatte, daß er ein auffallend heulendes und dröhnendes Geräusch bewirkte.

Digitized by Google

zugehn, und es ist schon eine höhere senkrechte erwärmte Luftschicht in einem Schornsteine nöthig, um diese Hindernisse zu überwinden. In senkrechten Zügen können die Gase den natürlichen Gesetzen gemäß leicht aufsteigen, finden dabei wenig oder gar kein Hinderniß, besiegen dieses wenigstens viel leichter. An den gewöhnlichen Wind- und Reverberiröfen der Laboratorien sehen wir, daß in letzterm Falle gar keine hohe Luftschicht, folglich auch kein Schornstein erforderlich ist, um einen starken Zug hervorzubringen. Ich habe in meiner Praxis nie hohe Schornsteine gebaut, sie waren zuweilen kaum 25 Fuß hoch [1]) und dennoch hat es meinen Oefen nie an Zug gefehlt, sie haben vielmehr alle einen sehr lebhaften Zug. Die Thätigkeit der Verbrennung hängt nämlich im Wesentlichen nicht so sehr von der Höhe der erwärmten, im Schornsteine aufsteigenden, Luftschicht, als von dem Verhältnisse des letzten in den Schornstein führenden Zuges zu der Größe derjenigen Oeffnung ab, welche die Zwischenräume zwischen den Roststäben bilden. Je mehr der Durchschnitt dieser Oeffnungen sich gleich ist, desto lebhafter ist der Zug [2]). Ich würde meine Schornsteine oft noch niedriger als 25 Fuß gebaut haben, wenn nicht nahe stehende höhere Gebäude und die Furcht, den Wind unvortheilhaft durch diese gegen den Schornstein dirigirt zu sehen, mich davon abgehalten hätten. Schornsteine von 80 bis 100 Fuß Höhe, vollends in einer freien, nicht gedrückten Gegend aufgeführt, sind eine wahre unnütze, den Fabrikbesitzer auf eine unverzeihliche Weise in unnöthige Kosten versetzende, und Mangel an Erfahrung beurkundende Uebertreibung zu nennen, vorzüglich

1) Eine meiner Dampfmaschinen in Wehnendorf (es war eine von 3 Pferdeskräften) hatte nur einen Schornstein von 15 Fuß Höhe. Derselbe lag mit seiner obern Mündung bedeutend niedriger als das Gebäude, worin die Dampfmaschine sich befand, umgeben von mehreren hohen Bäumen, in einer Niederung der Gegend, kurz er war umringt von gefährlichen Hindernissen für einen guten Zug, und stets hat derselbe vortreffliche Dienste geleistet. Ich könnte mehrere Fälle dieser Art namhaft machen, das würde aber hier zu weit führen.

2) Vide Bulletin de la société d'encourag. p. l'Ind. nat. Junius 1833, pag. 179. — Dingler's polyt. Journ. B. L. S. 177.

Digitized by Google

wenn keine andere Rücksichten den Erbauer als Erzielung eines bessern Zuges, leiten. Zu solchen Rücksichten gehören nach den Gesetzen mancher Staaten Belästigung der Nachbarschaft der Schornsteine durch den Rauch. Diese dürften aber auch schon bei Schornsteinen von weniger als 70 Fuß Höhe wegfallen. Werden doch bei so vielen andern Gewerben Steinkohlen gebrannt, namentlich in den Schmieden, und man nimmt es weniger strenge mit der Höhe der Schornsteine, ja man achtet oft nicht einmal darauf. Warum man grade gegen die Dampfmaschinen immer so hindernd auftritt, ihrer Anlage so viel Schwierigkeiten in den Weg legt, ist mir unbegreiflich. Wir erkennen es an, daß England grade durch seine Dampfmaschinen auf eine so hohe Stufe der industriellen Cultur getreten ist, wir klagen uns oft selbst an, daß wir gegen dieses Land in technischer Rücksicht so zurückstehen, und dennoch legen wir den Fortschritten bei uns Hemmschuhe an, wo wir können, verlieren große Zwecke bei kleinlichen Rücksichten aus den Augen, und von oben her, wo der Aufschwung mit großer Freude bemerkt und mehr gehoben werden sollte, geht ein Gesetz nach dem andern aus, das den Aufschwung hier eben so sehr als am politischen Himmel mit ängstlicher Furcht zu bewachen, und ihn mehr zu scheuen, als zu befördern scheint. Wir sind noch immer zu sehr gewohnt, das Geschrei Einzelner mehr zu beachten, als die Stimme des allgemeinen Bedürfnisses. Wir räumen ein wenig Steinkohlendampf mehr Gewicht ein, als dem, was weiter Hohes und Herrliches aus den Steinkohlen hervorgeht; um die Nase und die Wäsche Einzelner nicht zu beleidigen, beleidigen wir das allgemeine Wohl durch Fährdung seiner höchsten Interessen. Wie würde es um England stehen, wenn ein wenig Steinkohlendampf dort auch solche Hemmungen wie hier verursachen wollte. Dort lebt man in diesem Dampfe und befindet sich wohl dabei, und rümpft weder die Nase, noch bekommt man das Asthma darin, auch leben die Menschen in ihrem Rauche dort länger als hier; denn dieser Rauch ist die Frucht der Thätigkeit, und Thätigkeit erhält gesund und verlängert das Leben.

Digitized by Google

Man scheint die Höhe der Schornsteine in Absicht auf einen tüchtigen und regelmäßigen Zug bedeutend vermindern zu können, wenn man denselben eine geringe Weite giebt. Die gewöhnlichen Dampfmaschinenschornsteine haben an ihrem untern Ende nicht selten einen Durchmesser von 3 bis 4 Fuß im Lichten, während sie sich nach und nach gegen ihre obere Mündung verengern. Solche Dimensionen sind übertrieben. Die ungeheure Luftsäule in einem solchen Schornsteine gehörig zu erhitzen, und in genügender Temperatur zu erhalten, erfordert, daß die aus dem Ofen in den Schornstein übergehenden erhitzten Gase noch eine bedeutende Temperatur besitzen, und darum wird es erklärlich, warum Herr Köchlin in Mühlhausen [1]) eine Temperatur von 500° (Cent.) für diese Hitze in Anspruch nimmt, und warum in Schornsteinen von größerer Höhe als 100 Fuß sich der Zug wieder vermindert, wenn die aus dem Ofen in sie strömenden erhitzten Gase nicht eine bedeutende Temperatur besitzen. Außerdem ist aber auch noch die Reibung der Luftsäule an den Wänden eines hohen Schornsteins nicht außer Acht zu lassen. Sie bringt ein bedeutendes Hinderniß mit in Rechnung, das um so größer werden muß, je höher der Schornstein wird. Bei engern Schornsteinen hat die erwärmte Luftsäule einen viel kleinern Durchmesser, sie wird daher mit weniger Aufwand von Hitze gehörig erwärmt und warm erhalten, jedoch werden enge Schornsteine leicht durch Ruß verstopft, und müssen dann oft gefegt werden [2]). Eine ge-

---

1) Bulletin de la société industr. de Mulhaus. N. 2. — Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 170.

2) Der Schornstein der von mir erbauten Dampfmaschine (von 10 Pferdeskräften) des Herrn Ernst Brockelmann in Rostock hat nur einen Lichtendurchmesser von 1 Fuß im Quadrat. Er muß aber auch alle 8 Tage gefegt werden. Ein Uebelstand, dem ich künftig durch größere Weite abhelfen werde. Man kann ihn indessen auch dadurch sehr heben, wenn man den Schornstein unten mit einer Thür versieht, und dann und wann ein Feuer von Hobelspänen in demselben anmacht. Der Ruß geräth dann in Brand, und wird durch den dadurch entstehenden heftigen Zug aus der Mündung des Schornsteins ausgestoßen. In Güstrow habe ich durch diese Maaßregel das Fegen des Schornsteins der dortigen Maschine fast ganz unnöthig gemacht.

Digitized by Google

nügende Vorschrift für die richtige Weite und Höhe der Schornsteine kann nur unter Umständen gegeben werden. Ich nehme auf 6 Quadratfuß Rostfläche 1 Quadratfuß Querschnitt für den Schornstein, und gehe selbst bei den kleinsten Maschinen nie unter einen Querschnitt von 8 Zoll im Quadrat.

Was den Bau des innern Ofens selbst betrifft, so stoßen wir hier zuerst, d. h. wenn wir von vorne anfangen, auf den Aschenheerd. Bei demselben dürfte wenig zu bemerken sein, jedoch will ich einiges anführen. In vielen Fällen werden die Aschenheerde zu niedrig gebaut. Die Asche häuft sich dann sehr schnell darin an, und verhindert theils den gehörigen Zutritt der Luft zum Roste, theils wird sie Ursache, daß die Roststäbe sich sehr erhitzen und schneller zu Grunde gehn. Eine Höhe von 18 Zoll bis 2 Fuß scheint am zweckmäßigsten zu sein. Der Feuerheerd befindet sich dann in einer sehr bequemen Höhe für den Heizer. Um die Nachtheile der Anhäufung von Asche zu vermeiden, sollte man die Aschenheerde so oft als möglich reinigen. Eduard Köchlin empfiehlt, ein Wasserbassin unter dem Roste auf dem Grunde des Aschenheerdes anzulegen [1]), und will die Erfahrung gemacht haben, daß bei dieser Maaßregel die Rosten viel länger dauern. Er erklärt sich diese Erscheinung dadurch, daß das Wasser auf dem Grunde des Aschenheerdes, theils durch die strahlende Hitze des Rostes, theils durch die in dasselbe fallenden kleinen Kohlen, bis zur Siedhitze erwärmt wird, und daß die von demselben ausgehenden, und mit der kalten, in den Aschenheerd eindringenden Luft sich verbindenden Dämpfe eine zu große Erhitzung und ein zu starkes Glühen der Roststäbe verhindern. Ob diese Erklärung genüge, wage ich nicht zu entscheiden. Man sollte vielmehr glauben, daß die Dämpfe an den glühenden Roststäben zersetzt würden und zur schnellen Oxydation derselben beitragen müßten. Steht jedoch die Erfahrung fest, so wäre sie allerdings sehr beachtenswerth, und wenn auch nur aus dem Grunde, daß in dem

1) Bulletin de la soc. Industr. de Mulh. N. 2. — Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 175.

Wasser unter dem Roste die durchfallenden glühenden Kohlen gelöscht und so verhindert werden, beim Austragen noch feuergefährlich zu werden. Dieser Umstand gewinnt vorzüglich Gewicht beim Heizen mit Holz und Torf, deren Kohlen lange unter der Asche glimmen. Bei Steinkohlenfeurung würde ich die Anlage solcher Wasserbehälter unterlassen, um die durchgefallenen abgeschwefelten, aber noch nicht ausgebrannten Zinder, so wie die unverbrannten Kohlen zum Zwecke der wiederholten Auftragung auf den Rost vor schädlicher Näßung zu bewahren.

Unter manchen Umständen ist es sehr zweckmäßig, ein Register am Aschenheerde anzulegen, vorzüglich in dem Falle, wenn man dasselbe durch die Maschine selbst regulirt haben will. Ein solches Register läßt sich nämlich gelenkiger herstellen, als die gewöhnlichen Schieber, die am letzten, in den Schornstein führenden Zuge angebracht werden, und immer durch die Hitze leiden, sich werfen und durch Ruß verlegt werden, auch bald ihre Beweglichkeit verlieren. Um ein Register am Aschenheerde wirksam zu machen, muß dieser aber an der Fronte des Ofens mit einer möglichst luftdicht schließenden Thüre verschlossen werden, damit an dieser Stelle keine Luft eintreten könne, die die Wirkung des Registers vereitelt. Diese Thür dient dann zur Herausnahme der Asche und Kohlen, während das Register bei allen vor dem Ofen vorkommenden Geschäften ungefährdet bleibt. Um diesen Zweck um so sicherer zu erreichen, bringt man das Register auf einer der langen Seiten des Ofens an, und zwar wo möglich an einer Stelle, wo es keine Anfechtungen und Störungen erleidet, und sicher vor allen Verletzungen liegt. An dieser Stelle baut man einen Canal in die Wand des Ofens hinein, der in den Aschenheerd führt, aber wo möglich so hoch liegt, daß die im Aschenheerde sich sammelnde Asche nicht in denselben fallen, sich anhäufen und denselben verstopfen kann. In die äußere Oeffnung desselben wird nun das Register eingesetzt, das aus einem viereckigen eisernen Rahmen besteht, in welchem eine, in ihrer Mitte sich um eine Angel leicht drehende, und weiter unten näher zu beschreibende, Klappe angebracht wird. Bei dieser Klappe ist ein Haupterforderniß, daß sie

Digitized by Google

immer in einem gelenkigen Zustande bleibe, um leicht durch den Regulator in Bewegung gesetzt werden zu können. Dies ist bei ihrer Anlage an diesem Platze auch um so eher möglich, als sie hier durch keine Hitze und keinen Ruß leidet, und Schmiere daher besser bei ihr Anwendung findet, als bei den im letzten Zuge angebrachten Registern.

Bei der Anlage der Feuerheerde der Oefen ist es eine unerläßliche Bedingung, daß sie, wie oben auch schon bemerkt worden ist, mit sehr guten feuerfesten Ziegeln ausgesetzt werden. Da ihre Wände sich nämlich fast immer in einem glühenden Zustande befinden, so halten hier gewöhnliche Ziegel, selbst solche von der besten Qualität, keinen Stand, sondern verbrennen schnell und fallen ab, so daß oft zwischen den äußersten Roststäben und den Wänden des Feuerheerdes große und schädliche Oeffnungen entstehn, die Brennmaterial ungenutzt durchfallen lassen und kalte unzersetzte Luft in den Feuerheerd führen, welche die kräftige Wirkung des Brennmaterials stört. Vorzüglich nothwendig sind aber die feuerfesten Steine zur Einfassung der Heizthüröffnung, wo ihnen durch die oben angegebenen Platten Haltung gegeben wird.

Hinsichtlich des Baues der Feuerheerde begeht man einen großen Fehler, wenn man die Roststangen zu stark und die Zwischenräume zwischen ihnen zu schmal macht, so daß nicht Luft genug durch den Rost dringen kann. Man versieht gewiß nichts an der Stärke der Roststangen, wenn man sie auf ihrer obern Fläche $1\frac{1}{2}$ Zoll breit macht. Damit sie die gehörige Tragkraft behalten, giebt man ihnen an ihrer untern Fläche in den Aschenheerd hinabreichende Rippen, die in der Mitte gegen 4 bis 5 Zoll hoch sind und gegen beide Enden hin sich ellyptisch verjüngen. Diese Rippen müssen um so höher sein, je länger die Roststäbe sind, und nach unten von beiden Seiten einem Kamme gleich scharf zulaufen. Auf diese Weise erleichtern sie der Luft das Eindringen in die Zwischenräume zwischen den Rosten, und erlauben, bequem mit den Schürhaken von unten in diese und durch sie zu kommen, um sie zu reinigen, wenn sie sich durch Schlacken verlegt haben. Da-

Digitized by Google

mit die Roststangen bei größerer Länge keine Seitenbiegung annehmen, ist es rathsam, ihnen nach Beschaffenheit ihrer Länge auf beiden Seiten ¼ Zoll vorstehende Knaggen zu geben, die, wenn die Roststangen gegen einander hingelegt werden, an einander schließen und ihnen gegenseitig Stützpunkte an einander darbieten. Sind die Rosten von bedeutender Länge, z. B. 6 oder 8 Fuß lang, so muß man 2 Roststangen in einer Länge legen, und sie in der Mitte auf eine starke gußeiserne Brücke stützen, die wo möglich auf einem Bogen von Mauerwerk oder von Gußeisen ruhet, damit sie sich nicht nach unten biege. Die Zwischenräume zwischen den Roststäben können unter allen Umständen ½ Zoll breit sein. Sie passen für alle Gattungen Brennmaterial [1]), verstopfen sich nicht leicht, lassen auch wenig Brennmaterial durchfallen, und erlauben dem Schürhaken, leicht einzudringen. Eine sehr zweckmäßige Art von Roststäben ist die mit ausgehöhlter oberer Fläche. Sie verdient, wie ich mich überzeugt habe, wirklich das Lob, welches ihr im Allgemeinen beigelegt wird. In ihre Aushöhlung legt sich nämlich Asche, die, als schlechter Wärmeleiter, eine zu starke Mittheilung der Hitze des Feuers an die Roststäbe verhindert oder doch mäßigt, und so eine längere Dauer derselben herbeiführt. Als Material zu den Roststangen ist Gußeisen das wohlfeilste und beste. Gußeiserne Rosten biegen sich lange nicht so leicht, als geschmiedet eiserne, werden auch nicht so bald vom Feuer angegriffen und zerstört, vorzüglich wenn ihre Form nach richtigen Principien eingerichtet ist. Die schlechtesten Roststäbe sind diejenigen geschmiedet eisernen, die bloß aus vierkantigen Stangen bestehn, welche mit der Spießkante nach oben liegen. Sie verlegen sich am leichtesten, und erlauben dem Feuer eine Einwirkung auf ihre Seiten und ihre obere scharfe Kante, die eine schnelle Zerstörung beider Theile zur Folge hat.

Manche Dampfmaschinenbauer, unter andern ein gewisser Woolf, haben Schieber am Ende des Rostes, zwischen die-

1) Dies ist bei mir Erfahrungssatz geworden, so verschieden sonst auch die Vorschriften für die Breite der Zwischenräume sein mögen.

Digitized by Google

sem und der hintern Wand des Feuerplatzes, empfohlen, die vorne am Ofen vermittelst einer Schiebstange geöffnet werden können, um den Schlacken den Ausweg in den Aschenheerd zu verschaffen. Wenn dieser Schieber etwas nützen soll, so muß vorausgesetzt werden, daß alle Schlacken schon von selbst eine Neigung haben, an der hintern Feuerheerdwand über dem Schieber sich anzusammeln, was doch schwerlich der Fall sein dürfte. Soll man sie aber erst dahin schieben, so werden unfehlbar viel gute noch unverbrannte Kohlen mit durch die Oeffnung fallen. In diesem Falle dürften sie auch vollkommen so bequem durch die während des Schürens über dem Roste doch offenstehende Heizthürenöffnung entfernt werden. Schwerlich würde ein solcher Schieber auch wegen der großen auf ihn einwirkenden Hitze lange seine Beweglichkeit behalten, er wird sich vielmehr krumm ziehen und sich mit Schlacken verlegen.

Ueber die richtige Entfernung der Rosten vom Kessel herrschen sehr viele verschiedene Meinungen, doch stimmen alle darin überein, daß bei Steinkohlenfeurung diese Entfernung geringer sein müsse, als bei Holz- und Torffeurung. Die Sache hat, wie mich dünkt, einen viel einfachern Grund, als man gewöhnlich glaubt. Nach meiner Ansicht dürfte das Brennmaterial, d. h. seine oberste brennende Fläche, bei allen Feurungen gleich weit vom Kessel entfernt sein müssen, und die mehrere oder mindere Entfernung der Rosten nur durch das Gewicht, und die Form des Brennmaterials bestimmt werden. Hat dieses nämlich ein minderes Gewicht, oder entwickelt nach seinem Gewicht verhältnißmäßig wenig Brennstoff, gewinnt man es nur in größern Stücken, so muß eine höhere Schicht davon auf den Rost aufgetragen werden, um die gesetzmäßige und für den Kessel nöthige Hitze zu entwickeln. Es muß dann aber auch die Entfernung des Rostes vom Kessel natürlich größer ausfallen, wenn die obere brennende Fläche der Schicht in eben so großer Entfernung von demselben sich befinden soll, als bei einem Brennmaterial, welches bei kleinerm Volumen viel Gewicht hat und viel Brennstoff entwickelt. Aus diesem Grunde sollte bei Holz und Torf der Rost weiter vom Kessel entfernt liegen,

Digitized by Google

als bei Steinkohlen, die nur in sehr dünnen Schichten aufgetragen werden. Gutes Holz und guter Tradetorf stehen aber in Hinsicht ihrer Brennstoffentwicklung nicht so sehr hinter den Steinkohlen zurück, als man gewöhnlich glaubt. Viele Holzsorten übertreffen noch sogar die Steinkohlen, d. h. wenn von beiden gleiche Gewichttheile verglichen werden. Man braucht dieserhalb auch von ihnen eben keine sehr hohe Schichten aufzutragen. Ich befolge bei Anlage meiner Feuerplätze in Hinsicht der Entfernung der Rosten vom Kessel folgende Regel:

1) Feure ich Steinkohlen, so lege ich den Rost 16, höchstens 18 Zoll tief unter der untersten Fläche der Röhren.
2) Brenne ich aber Holz oder Tradetorf, so lege ich ihn 6 Zoll tiefer.
3) Wende ich leichten, wenig intensive Hitze entwickelnden Stechtorf an, so lege ich ihn 1 Fuß tiefer, oft noch tiefer, wenn der Stechtorf sehr leicht und schlecht ist.

Diese Regel hat die Erfahrung als völlig genügend bezeichnet. Sie findet auch in der Theorie sehr feste Anhaltspunkte, wenn meine Voraussetzung, daß die obere Fläche der brennenden Schicht des Feuermaterials immer in gleich weiter Entfernung vom Kessel sich befinden müsse, angenommen wird. Diese Voraussetzung scheint mir übrigens natürlich und sachgemäß, wenigstens wüßte ich keinen einzigen wissenschaftlichen Grund gegen dieselbe vorzubringen. Nehme ich sie an, so ist nur zu berechnen, wie hoch die Schicht eines jeden Brennmaterials auf dem Roste sein müsse, um in allen Fällen ein gleiches Maaß Hitze für den Kessel zu entwickeln, und das Exempel ist fertig. Um dieses zu bestimmen, muß man jedoch genau wissen, wieviel jede Sorte Brennmaterial ihrem Volumen und ihrem Gewichte nach Hitze entwickle. Leider sind in diesem Punkte aber die Angaben sehr verschieden, und wir kommen hier, wie immer in der Praxis, wieder dahin zurück, daß Erfahrung die beste Lehrmeisterin sei [1]). Jeder, der meinen

1) Da hier in Mecklenburg fast alle möglichen Arten von Brennmaterial unter Dampfkesseln gebrannt werden, und diese wieder von unendlich

Regeln Vertrauen schenkt, wird sich, so bin ich überzeugt, wohl dabei befinden, vorzüglich wenn er schon in der Dampfmaschinenpraxis etwas gethan hat, und weiß, daß Subtilitäten hier mehr als irgendwo am unrechten Orte sind. Bei einer guten Bedienung des Feuers stimmen fast alle Rechnungen, während ein schlechter, unaufmerksamer, fauler und nachlässiger Heizer alle, auch die besten, Calculationen zu Schanden macht. Ein gutes Heizen hängt aber davon ab, daß immer eine möglichst gleiche Schicht auf dem Feuerheerde in Brand gehalten, und deshalb oft und zur Zeit nur wenig Brennmaterial eingetragen werde, theils aber auch hauptsächlich davon, daß der Heizer nach Maaßgabe der Menge Brennstoffs, die jedes Brennmaterial entwickelt, die Quantität desselben auf dem Roste verständig nach der Größe der Dampfentwicklung und nach dem Gange der Maschine zu berechnen und einzurichten verstehe.

Ueber die Größe der Rosten und der dabei vielfach Statt findenden Uebertreibung, so wie über die zweckmäßigste Form und Größe der Roststäbe habe ich oben schon gesprochen, auch die Regeln angegeben, wie man die Dimensionen der Roststächen zu berechnen habe. Nach meinen Erfahrungen ändern die verschiedenen Gattungen von Brennmaterial an dieser Regel wenig oder nichts. Bei der von mir zuerst beschriebenen Gattung von Kesseln ist es, vorzüglich wenn sie von größerm Umfange sind, jedoch zu empfehlen, für größere Roststächen in die Breite zu sorgen, um den äußern Röhrenlagen möglichst eben so viel Hitze als den mittlern zuzuführen. Eine gleichmäßige Heizung aller Lagen ist nämlich Zwecks einer kräftigen Dampfentwicklung und einer längern Erhaltung des Kessels unerläßlich. Durch dieselbe wird, in Rücksicht auf den letztern Punkt, nämlich jene schädliche Spannung zwischen einzelnen

---

verschiedener Qualität sind, so hat ein Dampfmaschinenbauer in Absicht auf zweckmäßige Ofenanlagen für seine Dampfkessel, und in Hinsicht der vorher zu bestimmenden Quantität der Brennmaterialien, die seine Dampfmaschinen verzehren, mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, und wird selten ohne calorimetrische Versuche den richtigen Weg finden, und das nach jener Quantität immer begierig forschende Publikum befriedigen.

Digitized by Google

Theilen des Kessels vermieden, die immer eintreten muß, wenn seine Lagen durch die verschiedene Einwirkung der Hitze ungleichmäßig ausgedehnt werden. Wenn Herr Eduard Köchlin in Mühlhausen für Holzfeuerung kleinere Rostflächen empfiehlt [1]), als bei Steinkohlenfeurung, und dafür den Feuerheerd bei größerer Senkung des Rostes zu vergrößern anräth, so scheint mir eine solche Maaßregel eher nachtheilig als nützlich zu sein, indem dabei leicht der Zwischenräume zwischen den Roststäben zu wenige bleiben können, durch den Mangel derselben aber der gehörige Luftzug auf diese Weise beeinträchtigt werden dürfte. Nur unter der Voraussetzung, daß die Zwischenräume in dem Maaße erweitert würden, als man die Rostfläche verschmälerte, mögte ich eine solche Verkleinerung der Rosten zugeben. Wie bald würde man hier aber an der Grenze sein. Holz läßt sich übrigens sehr gut in breiten Lagen auf den Rost bringen, und man läuft bei seiner Anwendung auf größern Rosten viel weniger Gefahr, durch große Anhäufung von Kohlen diese verstopft zu sehen, als bei kleineren. Brennmaterialien in zu großer Höhe auf die Rosten aufzutragen, ist überhaupt nach meinem Dafürhalten schädlich und zu widerrathen, und das sowohl bei Holz, als Torf und Steinkohlenfeurung. Die vorhin gegebenen Regeln werden über diese meine Behauptungen das nöthige Licht verbreiten. Wenn bei den verschiedenen Brennmaterialien nur so viel davon auf dem Roste liegt, als nöthig ist, um bei allen, nach Maaßgabe des Grades ihrer Brennstoffentwicklung, eine gleiche Quantität Hitze für den Kessel zu entwickeln, so ist alles gethan. Das dazu nöthige Volumen von jedem giebt in Hinsicht der Höhe, in welcher es auf den Rost gebracht werden muß, den Ausschlag. Steinkohlen leiden ein sehr starkes Auftragen auf den Rost von allen Brennmaterialien am wenigsten. Sie backen nämlich bei zu hohen Lagen, die langsam durchbrennen, zusammen und erfahren einen schädlichen Grad der Röstung, wobei viel Brenn-

1) Bulletin de la soc. industr. de Mulhaus. N. 2. — Dingler's pol. Journ. B. XXVII. S. 166.

ſtoff unnütz als Rauch durch die Züge in den Schornſtein entweicht.

Gewiß iſt aber auch eine Calculation der Dimenſionen der Feuerplätze in den Dampfmaſchinenöfen bequemer, und auf einfachere und leicht verſtändliche Grundſätze zurückgeführt, wenn man nach den dabei von mir gegebenen Regeln verfährt. Daß ſie richtig ſeien, habe ich an mehreren meiner Dampfmaſchinen erfahren, vorzüglich an zweien, und zwar im weiteſten Umfange. Die eine derſelben wurde zuerſt mit Holz, ſpäter mit Torf und wird jetzt mit Steinkohlen geheizt, und hat, obgleich ihre Roſten unverändert blieben, unter allen dieſen verſchiedenen Umſtänden immer gleich günſtige Reſultate gegeben, die zweite arbeitete täglich unter meinen Augen, und zwar in der Maſchinenbauanſtalt in Güſtrow, und mußte ſehr oft mit ihrem Brennmaterial wechſeln, doch zeigte auch ſie nie die mindeſte Aenderung in ihrem Gange und ihrer Wirkung, obgleich bei ihr die oben von mir angegebenen Regeln hinſichtlich der höhern oder niedrigern Stellung des Roſtes aus leicht begreiflichen Gründen nicht einmal Anwendung finden konnten.

Ich wende jetzt bei meinen Feuerplätzen das oben berührte Wagenmann'ſche Princip nicht an. Eine Wölbung über einem Feuerheerde hat immer große Schwierigkeiten. Sie muß einen ſehr hohen Grad von Hitze aushalten, und iſt daher nie dauerhaft, ſelbſt wenn ſie von feuerfeſten Ziegeln gebaut wird. Auch iſt es ſchwierig, die Oeffnung in dem Wagenmann'ſchen Gewölbe von der Breite zu machen, daß alle Röhrenlagen den gehörigen Grad von Hitze erhalten, ohne durch eine große Stichflamme zu leiden. Einer ſolchen dürften aber alle diejenigen Theile eines Keſſels ausgeſetzt ſein, die grade und nahe über der Oeffnung liegen. Wollte man den Feuerraum zwiſchen der Oeffnung und den Röhren des Keſſels ſehr erhöhen und erweitern, um die Hitze über der Oeffnung möglichſt wieder auszubreiten, und dadurch ihre ſchädliche Richtung auf einen Punkt abzuſtumpfen, ſo würde der Ofen eine unbequeme Höhe erreichen.

Das beſte Mittel, um eine regelmäßige, den Bedürfniſſen

Digitized by Google

der Maschine angemessene Feurung zu besorgen, wobei möglichst wenig Rauch erzeugt und Brennmaterial verschwendet wird, ist ein guter Heizer. Ihn ersetzt keine mechanische Vorrichtung, kein künstlicher Apparat, und stände er noch so sehr in Ruf, wäre er noch so vollendet und wissenschaftlich begründet und ausgeführt. Einen guten Heizer gewinnt und erhält man sich aber nur dann, wenn man ihm in seinem Geschäfte nicht zu viel Bequemlichkeit verschafft, seine Aufmerksamkeit und Thätigkeit vielmehr immer in einer wohlthätigen Spannung erhält. Je bequemer dergleichen Leute es haben, desto träger und unaufmerksamer werden sie, und nichts, selbst keine Gefahr, erweckt sie aus ihrer Lethargie. Ich halte dieserhalb wenig von allen künstlichen Kohlenspeisern, Rauchverzehrungsapparaten, und wie die Vorrichtungen alle heißen. Sie vermehren die Masse der Apparate an einer Dampfmaschine auf eine überflüssige und schädliche Weise, und mit dieser die Störungen und die Gefahr, die entstehn, wenn sie in Unordnung gerathen. Je einfacher eine Maschine gebaut wird, je einfacher ist ihre Behandlung. Der Wahn, ihre Behandlung zu vereinfachen durch neue künstliche Apparate, die wieder neue Kenntnisse, neue Aufmerksamkeit erfordern, ist der thörichtste von der Welt, und rächt sich über lang oder kurz unfehlbar. Man hebt eine Schwierigkeit durch mehrere neue, die jene an Größe oft noch übertreffen. Ich hatte früher, als ich noch in Klein Wehnendorf wohnte, in meiner Maschinenmanufactur, an der dort bestehenden kleinen Hochdruckmaschine, einen sehr hübschen und zweckmäßigen Apparat zur Regulirung des Registers am Ofen angebracht, und war von Herzen erfreut darüber, wie er so bequem und sicher wirkte; er machte jedoch bald meinen Maschinenwärter träger und unbedachtsamer, nicht allein in Behandlung des Feuers, sondern auch in der der Maschine. Zuletzt vernachlässigte derselbe sogar dasjenige Werkzeug, welches ihm so große Bequemlichkeit verschafft hatte, und ich war am Ende nur froh, als ich es wieder wegnehmen konnte; denn statt Regelmäßigkeit in der Heizung des Kessels verbreitete es zuletzt Unordnung, und wo ich Aufmerksamkeit und Mühe zu ersparen

Digitized by Google

dachte, wurde doppelte erforderlich. Ich will nicht in Abrede sein, daß es anderswo anders sein könne, als hier. Meinen guten Landsleuten fehlt zum Theil noch gar sehr die ächte Betriebsamkeit, das Interesse für intellectuelle Thätigkeit. Die untern Klassen sind raffinirt genug, aber nicht auf eine die Industrie fördernde, sondern mehr hemmende Weise, sie speculiren, wie sie durch die wenigste Anstrengung ihrer physischen und intellectuellen Kräfte leben und bequem und vergnügt leben wollen.

Wer über die Kohlenaufschütter und rauchverzehrenden Oefen nachlesen will, der findet eine reiche Ausbeute im Dingler'schen polytechnischen Journale, in Bernouilli's Dampfmaschinenlehre, Prechtl's technologischer Encyclopädie, in Gill's technical Repository, im Repertory of arts, manufact. and agriculture, London journal of arts and literature, Repertory of patent inventions, im Register of arts and sciences, im Bulletin de la société d'encourag. pour l'industr. nationale und andern Werken [1]). Ich übergehe sie; denn ich kann nichts weiter davon sagen, als daß die Kohlenaufschütter, Drehroste u. s. w. alle theure und complicirte Apparate sind,

---

1) Ueber die von John Wakefield in Manchester, Scheffield und W. Johnson empfohlenen Rauchverzehrungsöfen findet man Nachricht und Aufschluß in Gill's techn. Repos. N. 1, Jan. 1822, pag. 81, Repository of arts, manufactures et agriculture N. 240, Mai 1822, p. 321, Dingler's polyt. Journ. B. VIII. S. 27 und 304. Ueber die Rauchverzehrungsöfen von Brown zu Derby vid. London Journal of arts and literature, Aug. 1822, p. 68, Dingler's polyt. Journ. B. IX. S. 317.

Ueber die Oefen von Josiah Parker vid. Repertory of arts and manufact. N. 250, März 1823, pag. 198. — Dingler's polyt. Journal B. X. S. 411.

Ueber Brunton's Drehrost vid. Repertory of arts and manufact. Mai 1823, N. 252, pag. 333. — Bulletin de la soc. d'encouragem. p. l'industr. nat. p. 164. — Dingler's polyt. Journ. B. XII. S. 163.

Nathanael Partridge's Einrichtung vid. London Journ. of arts and sciences, Octob. 1823, pag. 169. — Dingler's polytechn. Journal B. XIII. S. 76.

Chapmann's Rauchverzehrungsofen vid. Transactions of the soc. for the encouragement of arts, manufact. etc. Im Repertory of arts,

Digitized by Google

die, in großer Hitze arbeitend, leicht zerstört werden, und öftern Unordnungen und Reparaturen unterliegen, die rauchverzehren-

manuf. etc. Mai 1825, pag. 360. — Dingler's polyt. Journ. B. XVII. S. 160.

Denselben von Rob. Higgin vid. London Journ. of arts and scienc. N. 52, p. 251. — Dingler's pol. Journ. B. XVII. S. 346.

Denselben von Jac. Gibbertson vid. in Repertory of Patent inventions, Aug. 1828, pag. 65. — Dingler's pol. J. B. XXIX. S. 419.

Denf. von Greyson vid. im Register of arts and Journal of Patent invent. N. 54. — Dingler's pol. J. B. XXX. S. 66.

Ueber Rauchverzehrungsöfen im Register of arts, N. 57, 30. Jan. pag. 137 und N. 58, 6. Febr. pag. 151. — Dingler's polyt. Journal B. XXXI. S. 424.

Fortsetzung davon l. c. N. 59 p. 165 und N. 62 p. 217. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXII. S. 179.

Noch weitere Fortsetzung l. c. N. 65 p. 260 und N. 69 p. 329. — Dingler's polyt. Journ. B. XXXIII. S. 344.

(Diese große Abhandlung erschöpft so ziemlich den Gegenstand.)

Losh's Rauchverzehrungsofen vid. Dingler's polyt. J. B. XXXII. S. 404.

Cutler's dito vid. Regist. of arts, N. 65 p. 260 und N. 69 p. 329. Dingler's polyt. Journ. B. XXXIII. S. 344.

Steel's mechan. Rauchverbrenner vid. in Dingler's polyt. Journal B. XXXIII. S. 346.

Merriman Coombs' Vorrichtung, Dingler's pol. J. B. XXXIII. S. 347.

John Stanley's Kohlenaufschütter mit Flügeln vid. Register of arts N. XXV. 1. Aug. 1829, p. 5. — Dingler's pol. J. B. XXXIV. S. 352.

Einen verbesserten Kohlenrumpf von Thoms vid. im Mechan. Magaz. N. 557, 12. Jun. p. 250. — Dingler's polyt. J. B. XXXIX. S. 409.

Lefroy's Rauchverzehrungsofen vid. in Bulletin de la soc. d'encour. Jun. 1833, p. 179.

Ueber Rauchverzehrungsöfen im London Journ. of arts, Mart. 1834, p. 70. — Dingler's pol. J. B. LII. S. 416.

Richard Witty's Rauchverzehrungsvorrichtung mit Röhren vid. in London Journ. of arts, Mai 1835, p. 95. — Dingler's polyt. Journal B. LVII. S. 182.

Coab's dito vid. London Journ. of arts, Jul. 1836, pag. 301. — Dingler's polyt. Journ. B. LXI. S. 376.

Lecour's dito vid. Memorial encyclopédique, Jun. 1836, p. 347. — Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 435.

Houget und Teston in Verviers leiten Dampf in den Schornstein

den Apparate aber den bedeutenden Fehler haben, daß ſie den Rauch nicht verzehren [1]).

(vid. aus dem Echo de la frontière eine Notiz darüber in Dingler's polyt. Journ. B. LXIV. S. 151.

John Chanter's und John Gray's Rauchverzehrungsöfen vid. Repertory of Patent invent. April 1837, p. 180. — Dingler's pol. J. B. LXIV. S. 323.

Cheetham's Rauchverzehrungs-Methode vid. im London Journal April 1839, p. 8. — Dingler's polyt. J. B. LXXIII. S. 153.

Iveſon's Patent v. London Journ. Dec. 1838, p. 141. — Dingler's polyt. Journ. B. LXXI. S. 216.

Oldham's Kohlenſpeiſeapparat für Dampfkeſſel, vid. London Journ. Jun. 1839, pag. 197. — Dingler's pol. J. B. LXXIII. S. 397.

Rodda's Rauchverzehrungsofen. Lond. Journ. Sept. 1839, p. 392. — Dingler's pol. J. B. LXXIV. S. 180.

Borrie's Rauchverzehrungsofen. Mechan. Magaz. N. 854. — Dingler's pol. J. B. LXXV. S. 412.

Hall's Rauchverzehrungsofen. London Journ. Febr. 1840, p. 348. — Dingler's pol. J. B. LXXVI. S. 94.

Jucke's dito. Repertor. of Patent invent. Mart. 1840, p. 122. — Dingler's polyt. Journ. B. LXXVI. S. 172.

William's Luftleiter für Rauchverzehrungsöfen vid. Lond. Journal Mart. 1840 p. 401. — Dingler's pol. J. B. LXXVI. S. 328.

Chappé's Rauchverzehrungs-Methode. London Journ. Jun. 1840, p. 203. — Dingler's pol. Journ. B. LXXVII. S. 254.

Drew's Rauchverzehrungsofen. London Journ. Aug. 1840 p. 321. — Dingler's pol. Journ. B. LXXVIII. S. 81.

1) Faſt alle Einrichtungen ſolcher Rauchverzehrungsöfen gehen darauf hinaus, der Flamme des Feuerheerdes, in der Gegend der Brücke deſſelben, neue unzerſetzte Luft durch Röhren zuzuführen, die zum Theil mit Regiſtern verſehen ſind, um das Einſtrömen der Luft reguliren zu können. Da dieſes Einſtrömen von Luft jedoch mit der Thätigkeit des Verbrennungsproceſſes, der Menge der auf den Roſt getragenen Kohlen, und dem über dem Feuerheerde vorhandenen Grade der Hitze, immer in einem beſtimmten Verhältniſſe ſtehen muß, ſo hat eine Regulirung deſſelben ſehr große, faſt unüberwindliche Schwierigkeiten, und iſt von einem gewöhnlichen Heizer in gehöriger Genauigkeit ſchwerlich zu erwarten. Als ich in London einmal die New River waterworks beſuchte, theilte mir der Heizer der einen großen Waſſer hebenden Dampfmaſchine ein Verfahren beim Heizen mit, wodurch, wie ich mich damals und ſpäter vielmals überzeugt habe, das Rauchen der Schornſteine ſehr gemindert wurde. Er ſchloß nämlich nach jedesmaligem Zuwerfen von Kohlen, die er nur in dünnen Lagen möglichſt gleichmäßig über

Digitized by Google

Man hat hie und da eine Form von Feuerheerd empfohlen und angewandt, die allerdings das Rauchen sehr verhindert, aber in der Praxis auf große Schwierigkeiten stoßen dürfte. Bei diesem Feuerheerde geht die zur Erhaltung des Feuers nöthige Luft nicht von unten nach oben durch den Rost und durch das Brennmaterial, sondern in umgekehrter Richtung. Der Aschenheerd ist hier zugleich der Anfang der Züge, und muß deshalb wohl verschlossen gehalten worden. Die Flamme brennt nach unten zwischen den Roststäben durch. Wird neues Brennmaterial aufgetragen, so muß der von demselben entwickelte Rauch die untere, in Gluth sich befindende Schicht des Brennmaterials durchziehn, und verbrennt hier vollkommen. Der Feuerheerd liegt dabei offen, braucht kaum durch eine Thür verschlossen zu werden, weshalb das Zuheizen bequemer ist, und der Heizer über den Zustand des Feuers besser Controlle zu führen im Stande ist. Auch kann bei dieser Einrichtung außer der Luft, die durch's Brennmaterial gegangen ist, keine kalte

---

den Rost verbreitete, die Heizthüre nicht ganz vollkommen, sondern verstattete einem Theile Luft durch die gelassene enge Spalte den Eintritt in den Feuerheerd, und ersetzte auf diese Weise die künstlichen Luftleiter. Sobald die Kohlen gehörig durchgebrannt waren, verschloß er die Thür dicht. Er führte dieses sein Verfahren immer mit der größten Genauigkeit und berechneter Pünktlichkeit aus, ein Umstand, der wohl von wenigen Heizern nachgeahmt werden dürfte. Nie habe ich überhaupt einen Heizer angetroffen, der bei seinem Geschäfte so viel Interesse für dasselbe fühlte, und so viel intellectuelle Thätigkeit entwickelte, als dieser. Ihm verdanke ich viele Mittheilungen über englische Dampfmaschinen, vorzüglich über die großen Wasserhebungsmaschinen Londons, die ich anderswo, vorzüglich von den Herren engineers, und zwar aus dem Grunde schwerlich erhalten hätte, als manche durch dieselben berührten Punkte nur Menschen bekannt sein dürften, die in der Behandlung solcher Maschinen ergraut sind, und die ihr Loos mit denselben fest verbunden hat. Eine sehr wissenschaftliche Zusammenstellung der verschiedenen Rauchverzehrungsprincipe und Abhandlung über das Wesen des Rauchs, über die Bedingungen seiner Entwicklung und seiner Entfernung während des Verbrennungsprocesses hat der hochverdiente Director des polytechnischen Instituts in Wien, Hr. Prechtl, in den Jahrbüchern dieses Institutes im 6. Bande S. 197 geliefert, die ich nachzulesen nicht dringend genug empfehlen kann.

Digitized by Google

Luft in den Ofen dringen, dieser müßte denn große Risse haben [1]). Leider werden aber solche große Vorzüge durch den Umstand, daß bei einer Einrichtung der Art die Rosten einer sehr schnellen Zerstörung ausgesetzt sind, theils aber auch durch die Unbequemlichkeit verdunkelt, daß das frisch aufgeschüttete Brennmaterial auf dem Roste sich in so ferne immer nicht recht entzünden will, als der Zug der Flamme nicht, wie bei den gewöhnlichen Feurungen, durch dasselbe getrieben wird, sondern unterwärts von demselben ab sich wendet. Die Rosten nach dem Vorschlage einiger Vertheidiger dieser Feurungen dadurch weniger zerstörbar zu machen, daß man sie hohl einrichtet und Wasser durch sie leitet [2]), was mit dem Wasser des Dampfkessels in Verbindung steht, heißt den Fehler wenig verbessern. Einleuchtend ist es nämlich, daß solche Röhren bei dem hohen Grade auf sie einwirkender intensiver Hitze kein Wasser halten werden, indem dieses in ihnen in zu starke Wallung gerathen und herauskochen dürfte, man müßte denn einen zu starken Verdampfungsproceß in ihnen dadurch zu verhindern suchen, daß man das kalte Speisewasser durch sie durchleitet. Ob aber ein solches Wasser nicht bald die Röhren durch Niederschläge verstopfen würde, ist wohl zu bedenken, zumal es während des Durchlaufens durch die Röhren vermuthlich schon auf den Grad von Hitze erhoben wird, wo es den Niederschlag fallen läßt. Wollte man mir entgegensetzen, daß Wasser aus den Röhren überhaupt nicht herauskochen könne, weil kein so großer Hitzegrad auf sie einwirke, so wird man mir doch einräumen müssen, daß sich Dampfräume in der obern Hälfte derselben bilden werden, die der Einwirkung der Hitze nur einen schwachen Widerstand entgegenstellen und eine schnelle Zerstörung der Röhren

1) Man findet eine solche Feurung beschrieben und abgebildet in der eben in der Note angegebenen Stelle der Jahrbücher des polyt. Instit. in Wien B. VI. S. 197. Tab. III. Fig. 13.

2) Dies empfiehlt unter andern Neville im Repertory of Pat. invent. Octob. 1839 p. 220. vid. Dingler's pol. Journ. B. LXXVI. S. 95, und Turner (Repert. of pat. inv. Mai 1841, p. 271, Dingler's polyt. Journ. B. LXXXI. S. 81).

Digitized by Google

herbeiführen. Von der Wahrheit dieser meiner Ansicht bin ich mehrere Male sehr überzeugend überführt worden, und noch dazu an Roströhren, auf denen das Feuer auf gewöhnliche Weise brannte, und die aus diesem Grunde noch lange nicht die Gefahr liefen, denen sie auf dem eben beschriebenen Feuerheerde ausgesetzt sind. Es war in Rostock, wo man in einer Branntweinbrennerei sich den bekannten Gall'schen Apparat angeschafft hatte, der einen wunderlichen hölzernen Kessel mit inwendiger Feurungskammer von Kupfer enthielt, in welcher sich statt der gewöhnlichen Roststäbe kupferne Röhren befanden. Ich nenne diesen Kessel einen wunderlichen, weil an demselben ohne Zweifel mehr unpractische Apparate zusammengehäuft sind, als man an irgend einem Kessel, den hölzernen Drotz'schen [1]) nicht ausgenommen, sieht. Die Röhrenrosten verbrannten in sehr kurzer Zeit. Ihre innern Räume waren ganz mit Kesselstein verlegt und das Kupfer an ihrem obern Theile ganz zerstört. Versuche, die ich mit dergleichen Rosten gemacht, haben die nämlichen Resultate geliefert. Auch Gurney's Kessel [2]), deren untere Röhrenlage zugleich Rost war, haben ein gleiches Schicksal erfahren.

Hier in Mecklenburg hat man die Gewohnheit allgemein angenommen, Steinkohlen vor ihrer Verwendung als Brennmaterial anzufeuchten. Es ist dies aber eine sehr tadelnswerthe Maaßregel, und habe ich sie sonst nirgends bemerkt. Sie hat den Nachtheil, daß beim jedesmaligen Nachtragen von Kohlen die Hitze auf dem Roste in dem Grade gemindert wird, daß sie viel Rauch entwickelt [3]). Auch beeinträchtigt sie den Verdampfungsproceß im Kessel in so ferne, als der, aus dem den Kohlen anhängenden Wasser erzeugte Dampf theils eine schnelle Entwicklung des Feuers hindert, theils als guter Wärmeleiter, und von niedrigerer Temperatur als der Kessel, diesem Hitze entzieht.

---

1) Magazin aller neuen Entdeckungen, Erfindungen und Verbesserungen, B. 2, Stück 6, S. 320.

2) Dingler's polyt. Journ. B. XXIX. S. 1.

3) Jahrbücher des polytechn. Institutes in Wien B. 6. S. 193 unten.

Digitized by Google

In neuerer Zeit hat ein Herr Iveſon in Schottland [1]) ein ſehr einfaches Mittel empfohlen, den Rauch zu verzehren [2]) und die Hitze der brennenden Kohlen auf dem Roſte zu verſtärken. Dieſes beſteht in Leitung eines feinen Dampfſtroms auf das brennende Feuer. Ein ſolches Mittel, wenn es ſich wirklich als zuverläſſig zeigen ſollte, würde vorzüglich bei Hochdruckmaſchinen anzuwenden ſein, da man einen Theil des aus der Maſchine kommenden Dampfes dazu benutzen könnte. Die Sache iſt indeſſen zu neu und zu wenig durch die Erfahrung beſtätigt, als daß man ſchon ein Urtheil darüber zu fällen und ſie zu empfehlen in Stand geſetzt wäre [3]).

Ich gehe jetzt zur Betrachtung der Züge des Ofens über. Vielfältig iſt man der Anſicht geweſen, daß eine lange Leitung der Hitze um den Keſſel herum bedeutende Vortheile habe. In neuſter Zeit hat jedoch Herr Ed. Köchlin in Mühlhauſen, wenn auch nicht ganz das Gegentheil bewieſen, doch dieſe Ueberzeugung ſehr wankend gemacht [4]). Schädlich ſind ohne allen Zweifel ſehr lange Züge, vorzüglich dann, wenn ſie in horizontaler Richtung angelegt ſind. Man muß die Querſchnitte derſelben ſehr groß machen und höhere Schornſteine anwenden, um einen gehörigen Zug zu bewirken. Große Querſchnitte

---

1) Mechanics Magazine N. 788. — Dingler's polyt. J. B. LXX. Seite 456.

2) Ein Herr Borrie behauptet im Mechan. Magaz. N. 854 (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXXV. S. 412), daß diejenigen Oefen, worin ein Dampfſtrom auf das Feuer geleitet wird, den Rauch nicht verzehren, ſondern ihn nur als Ruß innerhalb des Ofens und Schornſteins niederſchlagen. Daſſelbe nimmt er bei den gewöhnlichen Rauchverzehrungsöfen an.

3) Nach dem Erfinder und dem Zeugniſſe des berühmten Chemikers Dr. Fyfe ſoll die Erſparung an Brennmaterial wenigſtens die Hälfte betragen, und aller Rauch vollkommen verſchwinden. Der Verbrauch an Dampf ſoll ohngefähr den 12ten Theil des im Keſſel erzeugten Dampfes betragen, und dieſer muß natürlich bei der eben angegebenen Erſparniß abgezogen werden. Sehr wahrſcheinlich iſt es, daß dieſe Erfindung auch nur bei Steinkohlenfeurung Anwendung finden könne.

4) Bulletin de la société industr. de Mulhaus. N. 2. — Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 170.

Digitized by Google

haben aber den Nachtheil, daß der Strom der Hitze nicht in allen Schichten mit dem Kessel in gehörige Berührung kommt. Dies ist dann vorzüglich der Fall, wenn die Züge an senkrecht stehenden Kesselwänden fortlaufen. Die Hitze hat nämlich wenig Neigung, sich seitlich mitzutheilen, wie wir dieses schon an einem Lichte bestätigt sehen, welches man seitlich, ohne große Hitze zu verspüren, beinahe mit den Fingern berühren kann, während man über der Flamme sich sogleich verbrennt. Große Unbequemlichkeit haben lange horizontale Züge auch bei dem ersten Anheizen eines neu aufgebauten Ofens. Es ist nämlich oft viel Anstrengung nöthig, um die feuchte, kalte und schwere Luft, die sich durch das frische und nasse Mauerwerk in den Zügen erzeugt und lagert, aus denselben auszutreiben. Durch diese Luft wird aber aller Zug im Ofen durchaus so lange gehemmt, bis sie vollkommen entfernt ist, und oft glaubt man schon in der Construction des Ofens etwas versehen zu haben, wo nichts als dieses Hinderniß ein vortheilhaftes Resultat verzögert. Zuweilen habe ich den Uebelstand schnell durch ein im Schornsteine in Brand gesetztes Feuer gehoben, oft mußte ich aber zu Mitteln meine Zuflucht nehmen, die kräftiger forttreibend auf diese Luft einwirkten. Sie bestanden gewöhnlich darin, daß ich, nach Schließung der Heizthür, in den Aschenheerd durch große Windfächer, die ich mir von Leinewebern lieh, und die diese Leute zum Trocknen der geschlichteten Kette gebrauchen, Luft eintrieb, und so eine Art Gebläse in Gang setzte, wobei ich auf dem Roste ein sehr starkes und hellbrennendes Holzfeuer anschürte. Man stößt auf diesen Uebelstand bei Vollendung und Anheizung eines Ofens am meisten dann, wenn er absteigende Züge enthält. Bei meinen Kesseln wirkt die Hitze wenig seitlich, alle Züge liegen bei der zuerst beschriebenen Gattung derselben unterhalb der Röhren oder Cylinder, und obgleich diese, sowohl unter den untern als obern Cylindern derselben, horizontal fortlaufen, liegen sie doch nicht alle, nach der, bei großen Kesseln der Maschinen mit niederm Drucke üblichen Weise, in einer und derselben Ebene, sondern steigen nach und nach aufwärts. Sucht man alle weitläuftigen Züge in einem Ofen

Digitized by Google

zu vermeiden, und läßt, wie bei der zweiten Gattung meiner Kessel, die Hitze während ihres Aufsteigens immer senkrecht gegen die Wände wirken, so wird sie in jeder Hinsicht am vollkommensten verwandt werden.

Was die Züge hinsichtlich ihres Baues betrifft, so ist es durchaus nöthig, daß sie gehörig eben und glatt auf ihrer innern Oberfläche gemauert werden, weil die durch sie streichenden Gase sonst zu viel Reibung an ihren Wänden erleiden, eine große Reibung aber den Zug im Ofen mindert. Auch ist dahin zu sehen, daß in demselben starke Winkelkrümmungen vermieden werden, in denen sich die Gase bei ihrem Durchzuge wirbeln. Da, wo man sie nicht vermeiden kann, muß man den Zügen an solchen Stellen eine größere Weite geben und alle Ecken möglichst abrunden. Brennt man Torf oder Holz, die eine sehr leichte Asche liefern, welche gerne in die Züge sich ablagert und diese endlich verstopft, so hat man wohl dahin zu sehen, den Zügen eine solche Weite zu geben, daß eine gewisse Quantität Asche darin sich ansammeln könne, ohne ihren Querschnitt zum Nachtheile des Zuges sehr zu vermindern. Auch darf man nicht vergessen, dafür zu sorgen, daß die Züge allenthalben mit Leichtigkeit und Bequemlichkeit gereinigt werden können. Man muß zu diesem Zwecke Oeffnungen in ihnen anbringen, die nach außen münden, und durch welche man ungehindert in sie gelangen kann. Beim Betrieb des Ofens werden diese Oeffnungen durch gußeiserne Einsatzstücke, die mit Handhaben versehen sind, und mit Lehm eingesetzt werden, verschlossen gehalten. Solche Einsatzstücke sind besser als Thüren, die nie so dicht schließen, daß sie nicht kalte Luft in die Züge einlassen sollten.

Die Form der Züge richtet sich meistens nach der des Kessels, oder vielmehr nach der Fläche desselben, die geheizt werden soll. In der Regel ist ihr Querdurchschnitt ein Quadrat oder noch häufiger ein länglichtes Viereck. Wo thunlich, muß man diesen Querschnitt immer so einzurichten suchen, daß die Hitze möglichst an die zu heizende Fläche herangedrängt werde. Man hat zu diesem Ende sogenannte Dämmer in den Zügen vorgeschlagen, einzelne kleine in die Züge hineinragende Zungen,

Digitized by Google

an deren schiefen Flächen die Hitze hingleitet, und immer von Neuem gegen den Kessel gedrückt wird. Auch hat man aufrechtstehende Scheidewände unter den Kesselböden der gewöhnlichen, bei Maschinen mit niederm Drucke üblichen, Kessel aufgeführt, die abwechselnd bald auf der einen, bald auf der andern Seite Durchgangscanäle lassen. Die Hitze wird durch dieselben gezwungen, fortwährend am Kesselboden hin und her zu gehen und so einen längern Weg zu machen [1]). Solche Einrichtungen stören aber alle mehr oder weniger den Zug, und es werden bei ihrer Anwendung hohe Schornsteine nöthig. Liegen Röhren in den Zügen, wie bei dem Ofen der ersten Gattung meiner Kessel, so müssen die Querschnitte der Züge sich um die Röhren nach oben verengern, damit die Hitze gezwungen werde, auch die untere Röhrenhälfte zu bestreichen; denn dadurch, daß sie im obern Theile der Züge nicht Durchgangsöffnung genug findet, wird sie bestimmt, auch in die untern Theile derselben, in welchen die untere Hälfte des Rohres liegt, zu gehen.

Um den Querschnitt der Züge zu finden, hat man verschiedene Regeln angegeben. Als Hauptregel dabei gilt im Allgemeinen die, daß man horizontalen Zügen immer einen größern Querschnitt als senkrechten geben solle, was gewiß auch der Natur der Sache gemäß ist, und wovon ich die Gründe früher schon angegeben habe. Ich befolge bei der Construction der Züge des Ofens der eben genannten Gattung meiner Kessel sehr einfache Regeln, die immer die gewünschten Resultate geliefert haben. Diese betreffen hauptsächlich nur die Züge, worin die untern Röhren liegen. Da diese immer einen gleichen Durchmesser haben, so gilt die einmal bestimmte und durch die Erfahrung gebilligte Form der Größe der Züge für alle erdenklichen Fälle und für jede nur mögliche Größe des ganzen Kessels. Sie wird bei der nähern Beschreibung meines

1) Man vergleiche hier die Dämmer von Wakefield (Gill's technical Reposit. N. 1, Jan. 1822, pag. 83. — Dingler's polyt. Journal B. VIII. S. 29.

Digitized by Google

Ofens genau angegeben werden. Dies gilt auch von dem Zugcanale unter den obern größern Röhren, den ich immer einfach lasse, ohne ihn für die Röhren durch besondere Scheidewände in verschiedene Abtheilungen zu bringen. Anfangs glaubte ich, daß die Hitze besser an die Röhren angedrängt werden würde, wenn ich solche Scheidewände anordnete, spätere Erfahrungen haben mich jedoch vom Gegentheil überzeugt. Wenn man bedenkt, daß die Röhren allein die ganze obere Wand der Züge bilden, und zugleich berücksichtigt, daß bei den durch den Ofen ziehenden erhitzten Gasen die heißern Schichten immer der Decke der Züge zustreben, hier also der untern Röhrenfläche von selbst sich anschließen, so sind strenge genommen die Scheidewände auch völlig unnütz, ja ich mögte sagen schädlich, in so ferne als sie die Flächen vermehren, an denen die durch die Züge ziehenden Gase Reibung erleiden, und beim beginnenden Anheizen Hitze absetzen. Da sowohl in den untern als obern Zügen die Kesselröhren, in Absicht auf eine vortheilhafte Wirkung der Hitze, eine sehr vortheilhafte Lage haben, so ist es auch ganz gleichgültig, wieviel Höhe man den innern Räumen der Züge giebt. Wegen der in denselben sich anhäufenden Asche ist es immer rathsam, diejenigen höhern Dimensionen zu beobachten, die ich später angeben werde.

Die aus allen Zügen kommenden und in den Schornstein entweichenden Gase werden gewöhnlich durch eine einzige Oeffnung oder einen Canal in letztern geführt. In dieser Oeffnung oder diesem Canal ist das Register angebracht, ein einfacher gußeiserner Schieber, der sich in einem gleichfalls eisernen Falze bewegt, welcher in die Wand der Oeffnung oder des Canals eingelassen und luftdicht befestigt ist. Solche Schieber haben ihre großen Mängel, wozu ich vorzüglich rechne, daß sie durch die Hitze und Ruß leiden, und durch letztern oft mehr oder weniger in ihrer freien Bewegung gehemmt werden. Bessere Register dürften die sein, wo statt des Schiebers eine in ihrer Mitte um eine Achse sich bewegende Platte in einem Rahmen so angebracht ist, daß sie die Oeffnung in demselben möglichst dicht schließt, wenn sie zugedreht wird. Die Achse

Digitized by Google

der Platte führt nach außen und kann hier an einem Handgriffe leicht bewegt werden. Solche Klappen spielen sehr frei, sind sehr gelenkig und können mit geringem Aufwande von Kraft gedreht werden, indem sie weniger vom Russe angefochten werden, wenigstens keine Theile enthalten, worin sich derselbe festsetzen und die Bewegung erschweren könnte. Den Querschnitt des das Register enthaltenden und von den Zügen in den Schornstein führenden Canals richte ich in allen Fällen so ein, daß seine Fläche der Summe aller Zwischenräume zwischen den Roststäben des Feuerheerds gleich ist. Der Rahmen des Registers darf in dem Canale nirgends vorstehen, weil sonst die durch denselben in den Schornstein abziehenden Gase sich an seine vorspringenden Ränder stoßen, und in ihrer freien Strömung gehemmt werden würden.

Man hat in neuern Zeiten wieder vielfältig angefangen, senkrecht stehende Röhrenkessel in senkrechten Zügen aufzuhängen. Herr Oberbergrath Henschel in Cassel empfahl, wie ich oben schon einmal berührt habe, schon vor 16 oder 20 Jahren eine solche Anordnung, und jetzt finden wir wieder in dem Echo du monde savant [1]) einen Bericht des Herrn Savery an die Academie der Wissenschaften in Paris über einen Dampfkessel des Herrn Beslay, der von der angeregten Construction ist. Ich habe viel Versuche mit dergleichen Dampfkesseln gemacht, und länger als 3 Jahre einen solchen in meiner Maschinenfabrik in Klein Wehnendorf in Thätigkeit gehabt, aber nie günstige Resultate davon erlangt. Die Hitze steigt in senkrechten Zügen zu schnell und ungehindert in einer, ihrer natürlichen Tendenz zu günstigen Richtung auf, um sich den senkrecht stehenden Röhrenwänden gehörig mittheilen zu können. Selbst niedersteigende Züge, abwechselnd mit aufsteigenden angebracht, verbessern den Fehler nur sehr wenig. Ich fand bei meinem Kessel, daß sehr viel Hitze in den Schornstein überging, und daß nach Maaßgabe der Feuerberührungsfläche der Röhren nur

1) N. 453. Ebenso vergleiche man Dingler's polytechn. Journal B. LXXIII. S. 241.

Digitized by Google

wenig Dampf entwickelt wurde. Trotz dem, daß diese Feuerberührungsfläche die des früher angewandten Kessels, (derselbe war in der Form des im vorigen Abschnitte zuerst beschriebenen gebaut), um die Hälfte an Ausdehnung übertraf, so wurde bei starker Feurung doch kaum Dampf genug für die Maschine erzeugt, während der frühere Kessel bei nicht viel über halb so großer Feurung Dämpfe in solchem Ueberflusse lieferte, daß sie sehr oft aus den Sicherheitsventilen ausströmten [1]). Das Uebelste an diesem Kessel mit senkrechten Röhren aber war, daß trotz der in seinen Röhren angebrachten Circulirapparate für das Wasser, der Kesselstein und erdigte, dem Wasser beigemengte Stoffe sich in dem Maaße auf den Boden der Röhren niederschlugen, daß sie die Circulation störten und Ursache des öftern Ausbrennens dieser Böden der Röhren wurden. Herr Beslay hat zwar dieses Ausbrennen der Böden dadurch weniger störend für seinen Kessel und dessen Betrieb gemacht, daß er eine Einrichtung traf, die Böden schnell auswechseln zu können. Er hätte aber noch besser gethan, wenn er einen Kessel gebaut hätte, in welchem durch eine günstigere Stellung der Röhren das Ausbrennen der Böden überhaupt unmöglich gemacht wäre. Die von demselben getroffenen Vorsichtsmaaßregeln zeigen schon bei ihm eine gewisse Furcht vor dem an, was ich wirklich oft erfuhr, und worüber er ebenfalls schon bittere Erfahrungen gemacht zu haben scheint. Leider sind in solchen Berichten, als der des Herrn Savery an die Academie, oft Hauptmomente unberührt gelassen, die einen großen Ausschlag in der Sache geben. Herr Savery hat nämlich vergessen, uns zu sagen, wie groß die Feuerberührungsfläche an dem von ihm untersuchten Kessel des Herrn Beslay nach Maaßgabe seiner Dampfentwicklung war. Ich lege auf diesen Umstand großes Gewicht; denn ein Kessel steht einem andern hinsichtlich seiner Zweckmäßigkeit allemal nach, wenn er, um dieselbe Quantität Dampf zu entwickeln, einer größern Feuerberührungsfläche bedarf, als dieser, folglich auch einen größern Raum einnimmt,

1) Ich habe oben schon einmal dieses Falles Erwähnung gethan.

Digitized by Google

mehr Metall erfordert und kostspieliger ist. Es führen viele Wege richtig zum Ziele, ob sie aber alle gleich bequem und kurz sind, ist eine andere Frage, die doch Berücksichtigung verdient. Es geht in der Dampfmaschinenwelt aber gerade so als in der Modenwelt. Das Alte wird immer wieder hervorgeholt, von den spitzen Hüten geht es zu den breiten, und von den breiten zu den spitzen, von den langen Taillen zu den kurzen, und umgekehrt; eben so verdrängen die liegenden Kessel die stehenden, und die stehenden wieder die liegenden. Viele sogenannte Verbesserer verbessern aber auch nicht, sondern verändern nur, um es nicht wie Andere zu thun.

Es gehören diese Bemerkungen über den Beslay'schen Kessel strenge genommen eigentlich nicht hierher, indessen glaubte ich sie hier am besten anknüpfen zu können, dürfte dieserwegen auch um so eher Entschuldigung finden, als mir die Nachrichten von demselben erst jetzt zu Gesichte gekommen sind.

Es ist vielfach die Frage aufgeworfen worden, ob ein sehr lebhafter Zug im Ofen bei kleinern Rosten vor einem gemäßigten mit größern Rosten Vorzüge habe [1]). Da jedes Brennmaterial immer vollkommener und mit weniger Rauchentwicklung verbrennt, wenn ihm ein gehöriges Maaß der zu seiner Verbrennung nöthigen Luft zuströmt, so dürfte die Beantwortung dieser Frage keine großen Schwierigkeiten haben, wenn nicht einige besondere Umstände hier in Betracht kämen. Bei einem sehr lebhaften Zuge und starken Feuer gehen nämlich

1) Viele Dampfmaschinenkundige stellen die, sogar in manche Lehrbücher eingedrungene Behauptung auf, daß bei einem Hochdruckkessel ein starker Zug eine unerläßliche Bedingung sei, um Dämpfe von höherer Temperatur zu entwickeln, und suchen aus diesem Grunde die Hochdruckmaschinen gegen die mit niederm Drucke in Nachtheil zu bringen. Diese Behauptung spricht aber nicht allein gegen alle Theorie, sondern auch gegen die Erfahrung; denn die Temperatur höher drückender Dämpfe erscheint nicht in dem Maaße gesteigert, daß solche außerordentliche Maaßregeln nöthig wären. Wer mit Hochdruckmaschinen viel umgegangen ist, wird wissen, wie ein gemäßigter Zug bei ihnen unter Umständen völlig genüge, und daß bei hinreichend großer Feuerberührungsfläche ihrer Kessel ein solcher oft sogar Vortheile vor einem lebhaftern bringe.

Digitized by Google

Rosten, Kessel und Ofen eher zu Grunde, als bei einem gemäßigtern, auch vertragen manche Steinkohlengattungen keinen zu grellen Zug, indem sie sich in zu großer Hitze leicht verschlacken und die Rosten verlegen; dann endlich macht aber auch ein lebhafter Zug, daß das Brennmaterial immer schnell verbrennt und ein öfteres Nachlegen desselben und Schüren der Rosten nöthig wird. Bei dem Nachfeuern muß aber jedesmal die Heizthür geöffnet werden, und es strömt ein Strom kalter Luft in den Feuerheerd und den Ofen, und vernichtet einen großen Theil der durch den lebhaften Zug errungenen Vortheile. Ich bin der Meinung, daß die aufgeworfene Frage nur wieder bedingungsweise beantwortet werden könne. Bei Holz und vorzugsweise bei Torf kann der Zug im Ofen ohne Nachtheil ziemlich lebhaft sein, während er bei einigen Sorten von Steinkohlen sehr vorsichtig zu reguliren ist. Aber selbst die verschiedene Beschaffenheit des Holzes, Torfes u. s. w. verlangt wieder eigene Rücksichten. Buchenholz bedarf z. B. eines stärkern Zuges als tannenes, feuchtes grünes Holz eines kräftigern als trockenes, Torf, der viel erdigte Bestandtheile enthält, eines stärkern als solcher, in welchem die vegetabilischen Substanzen überwiegen. Ich würde daher unmaßgeblich rathen, Kessel und Ofen für Hochdruckmaschinen immer so einzurichten, daß sie auch bei gemäßigtem Zuge genug Dampf für die Maschine geben. Es bleibt dann wenigstens ein freies Feld zu Versuchen, auf welche Weise das zu Gebote stehende Brennmaterial in Absicht auf den Zug behandelt sein will. Ein zu scharfer Zug ist leicht gemäßigt, während ein schwacher nicht leicht verstärkt werden kann, wenn er in der ganzen Anlage des Ofens und des Schornsteins seinen Grund hat. Die Befolgung dieses meines Rathes wird dem Maschinenbauer aber auch dann sehr zu empfehlen sein und ihm zu Gute kommen, wenn, was oft möglich und in manchen Fällen gar nicht vorher zu berechnen ist, der Zug trotz aller Bemühungen durch unabänderliche oder abänderliche Umstände einmal schwächer ausfällt, als in seinem Plane lag. Er darf dann hinsichtlich des Effectes seiner Maschine wenigstens nicht in Furcht sein, sie wird bei gemäßigtem

Digitized by Google

Zuge dennoch die gesetzliche Menge Dampf haben, und auf diese Weise die versprochene und garantirte Kraft ausüben. Die goldene Regel, beim Bau einer Dampfmaschine lieber zu viel als zu wenig zu thun, sich lieber zu arm als zu reich zu rechnen, gilt auch hier. Nie wird derjenige, der sich eine Dampfmaschine anschafft, dem Erbauer Vorwürfe machen, wenn die gelieferte Maschine mehr leistet, als er versprach; wohl aber, wenn das Gegentheil Statt findet.

In der neuesten Zeit hat man bei Steinkohlenfeurung hie und da das Princip eines langsamern Verbrennungsprocesses bis zum Extreme verfolgt. England, das Land der Extreme, das gleichzeitig an dem starken Zuge in den Dampfmaschinenöfen kaum genug zu haben scheint, sondern mit großer Hast das Anfachen des Feuers durch mechanische und Dampfgebläse, Evacuatoren u. s. w. verfolgt, zeichnet sich auch hier wieder aus. An einigen größern Maschinen in Cornwall soll das Princip neulich wirklich Eingang gefunden haben, und noch neuerdings ist es an einer Maschine von Cornwalliser Bauart, die in London an den East London Water works [1]) errichtet worden ist, in dem Grade angewendet worden, daß bei Oeffnung der Heizthüren Rauch und Flammen herausschlagen. Ich für mein Theil muß bekennen, daß ich die ganze Sache, bis zu diesem Extreme getrieben, für einen Rückschritt in der Heizkunst halte; denn Theorie und Erfahrung sprechen es, wie ich oben schon bemerkte, deutlich aus, daß Steinkohlen jeder Gattung bei einem zu sehr unterdrückten Zuge immer viel Rauch entwickeln. Es kann aber ein Verbrennungsproceß kein vortheilhafter sein, wobei viele brennbare Stoffe ungenutzt in den Schornstein übergehen. Die Zeit wird entscheiden, ob auch hier, wie in den meisten Dingen, nicht die goldene Mittelstraße die beste sei. Ich habe mich wenigstens auf derselben immer am besten befunden. Wenn Herr Ed. Köchlin in Mühlhausen [2]) und

1) Vid. Civil Engin. and Architects Journal Jan. 1840. — Dingler's polyt. Journ. B. LXXV. S. 418 und LXXVI. S. 91.

2) Bulletin de la société industr. de Mulhaus. N. 2. — Dingler's polyt. Journ. B. XXVII. S. 165.

Digitized by Google

Seguier [1]) dem langsamern Verbrennungsprincipe einigermaßen das Wort zu reden scheinen, so hat das für mich zwar mehr Gewicht, als wenn hundert curiositätenkrämerische Engländer darüber den Mund vollnehmen, indessen mögte der von Herrn Emil Köchlin [2]) angegebene große Brennmaterialverbrauch der Elsasser Maschinen eben nicht sehr für die Anwendung zweckmäßiger Entwicklungsapparate und besserer Feurungsmethoden an diesen Maschinen sprechen, auch scheint Herr Ed. Köchlin dieser Methode mehr um des bequemern Heizens willen, als wegen wirklicher Brennmaterialersparung das Wort zu reden. Auf jeden Fall ist die Sache noch nicht zur Reife gediehen, und man hat daher noch alle Ursache, vorsichtig bei Verfolgung derselben zu sein. Einige Versuche, die ich in Rostock bei einer Dampfmaschine anstellte, welche ich zum Betriebe einer Oelmühle errichtet hatte, fielen durchaus nicht zu Gunsten des langsamern Verbrennungsprincipes aus. Indessen bescheide ich mich gerne, daß diese Versuche, an einem Kessel und einem Feuerplatze angestellt, die beide für einen lebhaftern Verbrennungsproceß eingerichtet waren, wenig oder gar nichts Entscheidendes haben.

Man wendet in den Dampfkesselöfen oft sehr unzweckmäßige Heizthüren an. Ihre Lage ist oft unbequem für den Heizer; sie liegen entweder zu hoch oder zu niedrig, schließen schlecht, oder sind nicht genug gegen die Einwirkung des Feuers gesichert, auch kann man sie selten mit der Hand öffnen, ohne sich zu verbrennen. Von allen diesen Mängeln sind ein undichter Schluß, und absichtlich angebrachte, und zur Beobachtung des Feuers bestimmte Oeffnungen in denselben am meisten zu tadeln. Da nämlich alle Luft, die zur Erhaltung des Feuers in den Ofen gelangt, durch den Rost und das auf demselben befindliche Brennmaterial gehen muß, wenn ein möglichst gün-

---

1) Recueil industriel, Jan. 1831, p. 1, Febr. p. 89, Mars p. 155. — Dingler's polyt. Journ. B. XLIV. S. 418.

2) Bulletin de la soc. industr. de Mulh. N. 42 und 43. — Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 162.

Digitized by Google

stiges Resultat, in Absicht auf die vollkommene Verbrennung desselben, und auf eine zweckmäßige Verwendung der dabei entwickelten Hitze, erzielt werden soll, und jede anderswo in den Feuerraum eindringende kalte und nicht erwärmte Luft die regelmäßige Wirkung dieser entwickelten Hitze und die davon abhängende Dampfentwicklung stört, so kann es immer nur den größten Nachtheil bringen, wenn die Heizthür dieses Eindringen solcher schädlichen Luft durch undichten Schluß und oben genannte Oeffnungen begünstigt. Um solchen Uebelstand zu heben, ist das zweckmäßigste Mittel, die Thüren durch gußeiserne Kasten, die auf ihrer innern, dem Feuer zugekehrten Seite angebracht, und mit Asche angefüllt sind, oder durch starke gußeiserne Platten, die durch 4 oder 5 Stützen in einer Entfernung von 2 Zoll von der vordern Platte gehalten werden, vor zu starker Erhitzung und dadurch bedingtem Werfen zu schützen, und die etwanigen sehr leicht zu entbehrenden Beobachtungsöffnungen mit kleinen gut schließenden Klappen, die immer von selbst wieder zufallen, wenn sie geöffnet sind, zu versehen. Um das Nachschütten von Brennmaterial zu erleichtern, sollten die Thüren immer in einer Höhe angebracht sein, die dem Heizer dieses Geschäft mit möglichster Bequemlichkeit zu verrichten erlaubt, und dies nicht sowohl zu Gunsten des Heizers, als aus der guten Absicht, ein gleichmäßiges Verbreiten des Brennmaterials auf dem Roste möglichst zu fördern. Damit der Heizer zu jeder Zeit die Thür schnell mit der Hand öffnen und schließen könne, ohne sich zu verbrennen, oder sich eines unsicher wirkenden eisernen Instrumentes, des Schürhakens, dazu bedienen zu müssen, versehe ich die Klinken an den Thüren mit hölzernen Handgriffen. Diese werden, da das Holz ein schlechter Wärmeleiter ist, selten einmal warm, viel weniger zum Verbrennen heiß, vorzüglich wenn man dafür sorgt, daß sie an der Stelle des Handgriffs von der vordern Ofenplatte und Thür etwas abgebogen sind. Um von der Thür aus den ganzen Rost gehörig mit Brennmaterial überschütten zu können, ist sehr zu rathen, die Thüren etwas breit zu machen, und ihre Höhe lieber dafür etwas einzuschränken, vorzüglich bei Stein-

Digitized by Google

kohlenfeurung. Daß allenthalben um die Thüröffnung herum die vordere Ofenplatte vor der Einwirkung des Feuers durch feuerfeste Steine gesichert werden müsse, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Manche Dampfmaschinenbauer nehmen statt der gewöhnlichen Thüren sich in Falzen auf und ab bewegende, und beim Niederlassen die Heizöffnung schließende Schieber von Gußeisen. Sie hängen diese Fallthüren durch eine Kette auf, die über eine Rolle geht, und mit einem Gegengewichte versehen ist, welche die Thüren in dem Maaße balancirt, daß sie in jeder gegebenen Stellung hängen bleiben. Zu geschweigen, daß diese Einrichtung keinen so dichten Schluß der Heizöffnungen als die gewöhnlichen Thüren erlaubt, verhindert sie auch das Anbringen der vorhin als nützlich und nothwendig bezeichneten Aschkasten und Schutzplatten.

Ich komme endlich zur Beschreibung des Ofens meiner Kessel, und zwar vorläufig desjenigen, den ich bei der zuerst beschriebenen Gattung meiner Kessel anwende. Man findet denselben auf Tab. I, und zwar auf 3 Cylinderlagen eingerichtet, (einer Einrichtung, die zur Dampfproduction für eine Maschine von 6 Pferdeskräften genügt,) abgebildet, auf welcher Fig. 1 und 2 die äußere Seiten- und Frontansicht, Fig. 3 einen perpendiculären Längsdurchschnitt, Fig. 4 einen perpendiculären Querdurchschnitt in der, in Fig. 3, d d angegebenen punktirten Linie, Fig. 5 einen gleichen, aber in der ebenfalls punktirten Linie e e vorstellt. Der beigegebene Maaßstab giebt über die verschiedenen Dimensionen der einzelnen Theile des Ofens gehörig Aufschluß. Bei g in Fig. 2, 3 und 4 sieht man den Aschenheerd. Er ist nach vorne offen, und bei h (Fig. 3) mit feuerfesten Ziegeln überwölbt. Diese Wölbung wird von der vordern gußeisernen Ofenplatte i (Fig. 2 und 3) bedeckt, die bei k (Fig. 1, 2 und 3) die Heizthür enthält, welche die Heizöffnung verschließt. Sie hängt in starken Angeln, und ihre Klinke l (Fig. 2) ist bei m mit dem oben schon erwähnten hölzernen Handgriffe versehen. Hinter der Thür, und zwar auf ihrer hintern Fläche, ist der ebenfalls oben angeführte Aschkasten

Digitized by Google

angeschroben, oder, wie in Fig. 3, n zu sehen ist, eine Schutzplatte durch Stützen befestigt. Beide sind von der Größe der Heizöffnung und greifen 2 Zoll tief in diese ein. Die nach dem Feuer hingekehrte Platte des Aschkastens wird, wenn man einen solchen anwendet, so angenietet, daß sie, wenn sie verbrannt und vergangen ist, bald und leicht durch eine andere ersetzt werden kann. Die große vordere Ofenplatte hat oben bei r (Fig. 2) entsprechende Ausschnitte für die 3 untern Röhren, die sich darauf stützen. Damit sie aber selbst gehörig gestützt werde, ruht sie mit ihrem untern Rande auf dem Sockel s des Mauerwerkes, und ist durch 4 starke Bolzen tttt an den Ofen angeschroben, welche von vorne nach hinten ganz durch denselben durchreichen, und zugleich so viele Anker für denselben bilden, indem ihre Köpfe an seiner hintern Front durch starke Platten gehen, die an dem Ofen anliegen. Die Platte ist durch Rippen in mehreren Richtungen gehörig verstärkt, die in der Front derselben liegen, und zugleich als Ornamente benutzt sind.

Bei Fig. 1, b, Fig. 4, 5 und 6, b, d und f sieht man die 3 untern Röhren. Sie sind mit gußeisernen starken Schlußdeckeln versehen, die durch 8 Schraubenbolzen angezogen sind. In Fig. 1, 4 und 5 stellen a, c und e die 3 obern Röhren vor, ebenfalls mit gußeisernen Deckeln versehen, welche durch 12 Schraubenbolzen angezogen werden. Ueber den obern Röhren nach vorn liegt der querlaufende Canal Fig. 1, 3 und 4, u, der alle aus dem obern Zuge kommenden erhitzten Gase in den Schornstein leitet. Bei v (Fig. 4) ist bei demselben das Register angebracht.

Von den Seitenfronten des Ofens liegen nicht allemal beide frei, sondern oft ist die eine mit dem Schornsteine oder mit einer seitlichen Mauer der Kesselstube verbunden; die andere ist dann aber völlig frei von allen bemerkenswerthen Gegenständen. In dem Falle, daß man ein Register am Aschenheerde begehrt, ist es gewöhnlich an dieser Wand angebracht. Ich habe es in Fig. 1 angedeutet. (Fig. 1 und 4) w ist eine Oeffnung in der Seitenwand, die in den Aschenheerd führt.

Digitized by Google

Sie enthält in ihrer äußern Mündung die bewegliche, sich in ihrer Mitte um eine Angel drehende Klappe. An derselben ist bei x (Fig. 1 und 4) ein kleiner Hebelarm angenietet, der zur Inbewegungsetzung derselben dient, und mit der Regulirstange y durch ein Gelenk in Verbindung steht. Die Regulirstange ist aber bei z wieder mit dem Balancier (1) verbunden, welcher sich bei 2 um einen Zapfen dreht, der in dem Mauerwerke des Ofens befestigt ist. Er drückt mit seinem entgegengesetzten Ende gegen den Stempel eines kleinen Cylinders 3, welcher mit einem kleinen kupfernen Rohre 4 in Verbindung steht, welches von dem quer über dem Kessel liegenden Verbindungsrohre den Dampfdruck im Kessel auf den Stempel fortpflanzt. Der Cylinder ist gehörig am Ofen befestigt und so gestellt, daß sein Stempel nach unten wirkt. Da, wo das Ende des Balancier gegen den Stempel drückt, sind beide durch ein Charnier mit einander verbunden. Der Stempel ist bloß mit einer kleinen umgestülpten Lederkappe versehen, die durch eine kleine Schraube angezogen wird, und den Gang desselben im Cylinder dicht erhält. Damit der Dampf auf die Lederkappe nicht zerstörend einwirken könne, bildet das Rohr einen absteigenden Schenkel, in den man etwas kaltes Wasser gießt, bevor man ihn bei s an das Dampfrohr des Kessels anschraubt. Dieses kalte Wasser verhindert das Durchdringen der Dämpfe zum Stempel und seiner Lederdichtung vollkommen, und da die Hitze des Dampfes durch die hohe und dünne Wasserschicht bis zum Stempel nicht hinabsteigt, so geht dieser immer völlig kalt, selbst wenn die Maschine sehr lange in Thätigkeit ist. Das Leder der Klappe muß von einer solchen Stärke sein, daß es sich leicht an die Wände des Cylinders anlegt, und den Gang des Stempels gehörig dichtet, ohne eine große Reibung bei seiner Bewegung zu verursachen. Um diese mehr zu verringern, kann man das Leder gehörig mit Talg einschmieren. Der Durchmesser des Cylinders braucht selten größer als 1 Zoll zu sein, selbst bei größern Maschinen, indem die Klappe nur sehr wenig Kraftaufwand zu ihrer Bewegung erfordert. Bei kleinern Maschinen ist sein Durchmesser füglich kleiner einzurichten. Das

Digitized by Google

nach dem Cylinder hinliegende Ende des Balanciers muß bedeutend kürzer sein, als das andere. Es muß sich zu diesem verhalten wie 1 zu 6 oder 8. An das längere Ende hängt man ein Gewicht Fig. 1, G, welches den Stempel mit einem gewissen Drucke in dem Cylinder zurückhält. Dieser Druck wird bestimmt durch den gesetzlichen Druck der Dämpfe im Kessel und den Cylinderdurchmesser, und muß so viel betragen, daß auf den Quadratzoll der Stempeloberfläche 100 Pfund kommen. Wird der Druck im Kessel über diesen gesteigert, so vermag der Stempel der Wirkung der Dämpfe oder des durch sie in seinen Cylinder gepreßten kalten Wassers nicht mehr zu widerstehen, das Stempelende des Wagebalkens wird vom Stempel niedergedrückt, das entgegengesetzte Ende gehoben und durch die Regulirstange das Register geschlossen. Dieses öffnet sich dann nicht eher wieder, als bis der Druck im Kessel nachgelassen hat, der Druck des Wagebalkens gegen den Stempel wieder das Uebergewicht gewinnt und den Stempel in den Cylinder zurückschiebt. Da ein zu großer Druck im Kessel allemal ein sicheres und untrügliches Zeichen ist, daß die Dampfentwicklung der Verwendung der Dämpfe in der Maschine nicht entspreche, größer als diese sei, ein solcher Zustand aber nur durch ein zu starkes Feuer herbeigeführt werden kann, wenn die Arbeit der Maschine regelmäßig ist, so schafft dieser Apparat sichere Hülfe gegen eine zu starke Dampfentwicklung und gegen ein Uebermaaß der Dämpfe im Kessel durch augenblickliche Dämpfung des Feuers. Der Apparat stellt gleichsam ein zweites Sicherheitsventil dar, das beim Eintritte seiner Funktion keine nur palliative Hülfe leistet, sondern dem Uebel radical abhilft, indem es die Quelle desselben verstopft.

Man wird sehr wohl thun, wenn man den ganzen Apparat, ausgenommen das Register, an einer eigenen gußeisernen Platte anbringt, die an den Ofen durch Anker befestigt wird. Er gewinnt so mehr Solidität, und die verschiedenen Theile desselben lassen sich besser und sicherer an die Platte, als an den gemauerten Ofen selbst, befestigen, zumal da es erforderlich ist, dem Cylinder und Wagebalken sehr sichere Stützpunkte zu

Digitized by Google

geben. Um den Apparat gegen Verletzungen zu sichern, rathe ich, einen oder mehrere eiserne Bügel über demselben anzubringen. Diese nehmen etwanige Stöße auf, und verhindern, daß diejenigen Leute, die in der Kesselstube Geschäfte haben, oder sie aus Neu- oder Wißbegierde besuchen, nicht daran streifen und ihn in Unordnung bringen können. Um den Apparat außer Thätigkeit setzen oder ihn vom Kessel abschließen zu können, wenn einmal ein übler Zufall ihn beträfe, oder er einer Reparatur bedürfte, empfehle ich, das vom Kessel zu ihm führende Rohr mit einem Abschlußhahne zu versehen. Auch dürfte es sehr nöthig sein, daß man ein zu starkes Sinken des Stempels und ein dadurch bedingtes zu hohes Aufsteigen des längern Endes des Wagebalkens durch einen Stift 8 zu verhüten sucht, den man unter dem Wagebalken in die Platte einsetzt, und wogegen dieser stößt, wenn er so weit niedergedrückt ist, daß das Register vollkommen geschlossen wurde.

Ein solcher Apparat ist ziemlich empfindlich. Da nämlich die Reibung des Stempels im Cylinder sehr geringe ist, indem er in diesem durch die Hitze der Dämpfe nie auf eine die Reibung vermehrende Temperatur gebracht wird, da ferner sowohl die Bewegung des Wagebalkens, als die des Registers, äußerst leicht erfolgt, so bedarf es nur weniger Pfunde über den gesetzlichen Druck, um den Apparat sogleich in Thätigkeit zu setzen und das Register allmählig zu schließen. Vor gänzlichem Abschlusse kann man es durch oben berührten Stift bewahren. Ein völliges Abschließen desselben würde nämlich eine schädliche Aufstauung der erhitzten Gase im Ofen bewirken und Rauch verursachen. Das Register soll nur ein starkes Zuströmen der Luft zum Roste und Brennmaterial mindern, ihn strenge genommen aber nie ganz hemmen. Ist man besorgt, daß der Schluß des Registers zu plötzlich erfolgen mögte, so kann man den Wagebalken als einen gebrochenen Hebel construiren, und seinen kürzeren Arm im Verhältnisse zum längeren bedeutend kleiner einrichten, als ich oben angegeben habe. Er wirkt dann, wenn sein längerer Arm niederhängt und mit einem wohlberechneten Gewichte belastet ist, wie eine selbstthätige

Digitized by Google

Schnellwage, und das Gewicht widersteht mit immer mehr zunehmendem Drucke, je höher es steigt, je mehr die Directionslinie seiner Wirkung also von der des Umdrehungspunktes des Wagebalkens sich entfernt. Auf diese Weise kann der Schluß des Registers nur eben so allmählig erfolgen, als der Dampfdruck im Kessel steigt. Hat man alle Theile, die Schwere des Gewichtes und das Maaß der Steigung desselben, in Verhältniß zur Bewegung des Registers, weise berechnet, und den Apparat so gestellt, daß er schon etwas vor Erreichung des gesetzlichen Druckes der Dämpfe im Kessel seine Wirkung auf das Register beginnt, so wird man eine sehr exacte Regulirung des Feuers durch ihn gewinnen. In Fig. 31 ist eine solche Abänderung des Apparates abgebildet. Man wird sie jetzt auch ohne nähere Beschreibung verstehen, jedoch muß ich bemerken, daß, da der Schwingungsbogen des kleinen Hebelarms bei dieser Einrichtung viel größer als bei der vorher beschriebenen wird, ich es vorgezogen habe, hier einen gezahnten Bogen a an demselben anzubringen, und den Stempel mit einem in denselben eingreifenden Zahnstock b zu versehen, der sich hinten gegen eine Rolle c stützt. Man kann hier die Einrichtung treffen, daß der längere Hebel erst dann auf die Klappenregulirstange seine Wirkung beginnt, wenn er bis auf eine gewisse Höhe gestiegen ist. Der gebrochene Doppelhebel und sein Gewicht können auch durch eine Feder ersetzt werden, gegen welche der Stempel wirkt. Die ganze Vorrichtung ist bei dieser zwiefachen Construction auch als Dampfmesser einigermaßen anzuwenden, auch sehen wir sie zu diesem Zwecke schon von Oliver Evans und Perkins benutzt.

Oben auf dem Ofen sieht man in Fig. 5 das horizontal liegende Verbindungsrohr mit den von den obern Kesselcylindern kommenden Röhrenstücken. Bei p (Fig. 3) ist das Sicherheitsventil, bei p (Fig. 1) der Wasserstandszeiger, bei g (Fig. 5) endlich ein kleines Rohr, welches nach dem Manometer führt. Es ist hier abgebrochen vorgestellt, weil der Manometer, den man gewöhnlich an irgend einer bequemen und hell beleuchteten Wand der Kesselstube aufhängt, als ein bekanntes Instru-

Digitized by Google

ment, hier nicht abgebildet ist. Nach vorne sieht man bei 10 (Fig. 1) den Canal aufgemauert, der die aus dem Ofen kommenden Gase aufnimmt und in den Schornstein führt.

Was die innere Einrichtung des Ofens betrifft, so sieht man sie in den verschiedenen Durchschnitten desselben, nämlich in Fig. 3, 4, 5 und 6 sehr deutlich vorgestellt. Bei g (Fig. 3 und 4) liegen die gußeisernen Laden für die Roststäbe. Sie stützen sich vorn auf das Gewölbe, hinten auf die hintere senkrechte Wand des Aschenheerdes. In denselben liegen die Rosten 11 (Fig. 3, 4 und 6), die ich in allen Fällen horizontal, und nicht, wie es sehr viel üblich ist, nach hinten tiefer lege. Die Form der Rosten ersieht man aus den Figuren, und giebt der beigefügte Maaßstab über ihre Größenverhältnisse genügende Auskunft. Da die Heizthür nicht in allen Fällen so breit als der Rost sein kann, so mauert man zu den Seiten derselben 2 Pfeiler von feuerfesten Steinen auf, die 6 Zoll stark sind, und bis an die Rosten reichen. Sie tragen das flache Gewölbe h (Fig. 3), welches ebenfalls von feuerfesten Steinen über die Heizthür geschlagen ist. Die vordere Fläche des Feuerheerdes zwischen Rost und Thür nimmt eine eiserne Platte 12 (Fig. 3) ein, die mit der vordern Roststade 10 aus einem Stücke gegossen ist.

Da der Rost nicht immer so breit sein kann, als sämmtliche Röhrenlagen zusammengenommen, so läßt man die Seitenwände des Feuerheerdes, wie in Fig. 4 bei 13 abgebildet ist, schräg nach außen aufsteigen. Diese Neigung der Seitenwände darf aber nie einen stumpfern Winkel mit dem Roste machen, als den von 110 Grad. Sowohl die Seitenwände als die hintere senkrechte Wand des Feuerheerdes müssen alle von feuerfesten Ziegeln gebaut werden.

Nehmen die Röhrenlagen eine große Breite ein, so thut man wohl, mehrere Feuerplätze anzulegen. Diese Einrichtung hat auch den großen Vortheil, daß diejenigen Feuer, zu welchen nicht grade zugeheizt wird, immer ungestört brennen. Mit mehreren Feuern läßt sich überhaupt eine äußerst gleiche Feurung erzielen, wenn man die Feuerplätze immer in bestimmten Zwischen-

Digitized by Google

rämmen und nach der Reihe mit Brennmaterial versieht. Die in gutem Brande befindlichen Feurungen gleichen dann die schwächern aus, indem der Mangel an Hitze bei letztern durch den Ueberfluß der andern stärkern ersetzt wird. Nimmt man mehrere Feurungen, so giebt man jeder möglichst gleich viel Cylinderlagen mit Hitze zu versorgen, und trennt sie durch eine Wand von feuerfesten Ziegeln von einander.

Bei ungrader Anzahl von Cylinderlagen sind mehrere Feuerplätze in so ferne unangenehm anzulegen, als dann nicht auf alle eine gleiche Anzahl Cylinderlagen kommt. Da man selten mehr als 3 Cylinderlagen mit einer einzigen Feurung besorgen kann, wenn das Ganze nicht unbequem und gebrechlich werden soll, so fallen oft auf einen Feuerplatz nur 2 Cylinderlagen. Daß deren Feuerplatz nun verhältnißmäßig auch so viel kleiner sein, d. h. nur $\frac{2}{3}$ der Rostfläche der andern Heerde haben müsse, dürfte wohl überflüssig zu bemerken sein.

Von den untern Cylindern liegt jeder in einem besondern Zugcanale so, daß die obere Wand desselben auf dem Cylinder ruht. Die Dimensionen dieser Zugcanäle sind, da die untern Röhren immer denselben Durchmesser haben, immer gleich, d. h. sie halten in der Breite 11 Zoll, in der Höhe 13 Zoll. Da die obere Wand auf den Röhren aufliegt, so bleibt unter dem Rohre ein Raum von 5 Zoll Höhe, der für den Zweck eines gehörigen Zuges zwar übermäßig hoch ist, dessen Höhe indessen mit Rücksicht auf den Umstand, daß sich bald Asche in ihm ansammelt, doch ihre guten Seiten hat. Bei den angegebenen Dimensionen der Zugcanäle bleiben die Scheidewände zwischen denselben ohngefähr 4 Zoll stark. Sie werden von feuerfesten Steinen aufgeführt, welche in der flachen Kante auf einander liegen. Diese Scheidewände dienen zugleich dazu, die Decke der untern Zugcanäle tragen zu helfen. Die Cylinder müssen in den Canälen völlig frei liegen, so daß die Flamme auch zu den obern Flächen derselben gelangen kann. Zu dem Ende muß die Decke der Züge ihre obere Fläche bloß berühren, ohne mit Lehm darauf befestigt zu sein. Da die untern Cylinder immer ganz mit Wasser gefüllt sind, und an der obern

Digitized by Google

Decke derselben nur die einzelnen Dampfblasen immer mit Wasser vermengt hinlaufen, so ist für eine Ueberhitzung ihrer obern Hälfte bei jener Anordnung keine Sorge zu tragen. Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß jede Furcht der Art gänzlich ungegründet sei.

Ohngefähr 8 Zoll vom hintern Ende der Züge läßt man die Scheidewände weg, indem hier die erhitzten Gase zwischen den Röhren durchgehen müssen, um in den obern, unter den obern Cylindern fortlaufenden, Zug zu gelangen. Da an dieser Stelle zugleich die obere Decke der untern Züge wegfällt, so können hier die Scheidewände, in Absicht auf ihren Zweck, diese Decke zu stützen, auch füglich entbehrt werden.

Ich muß hier noch bemerken, daß ich sowohl die vordere als hintere Wand des Ofens in der Gegend der Züge nur 6 Zoll stark nehme, um so viel als möglich von der Fläche der Cylinder als Feuerberührungsfläche zu behalten. Diese 6 Zoll sind hinreichend, die Cylinderenden zu tragen, und dem Ofen an dieser Stelle die gehörige Festigkeit zu geben.

Bei 11 (Fig. 3. Tab. I.) sieht man den hintern Theil der untern Zugcanäle sich senken und unterhalb der untern Cylinder sich nach außen öffnen. Diese Senkungen sind angeordnet, um die in den Zügen sich sammelnde Asche herausnehmen zu können. Die äußern Oeffnungen derselben werden durch gußeiserne Einsatzstücke oder Ziegelsteinstücke, die mit Lehm dicht eingesetzt werden, verschlossen. Bei der Reinigung der untern Zugcanäle stößt man durch einen kleinen Borstwisch, der an einer Stange spanischen Rohres befestigt ist, die Asche von der Heizthür aus durch die Züge nach hinten in die Senkungen hinein, aus welcher man sie durch die vorhin bezeichneten Oeffnungen leicht herausnehmen kann. Auch die Asche in dem obern großen, unter den obern Cylindern fortlaufenden Zuge läßt sich durch diese Oeffnungen entfernen. Unter den obern Cylindern sind nämlich ebenfalls entweder in der hintern oder vordern Wand des Ofens Oeffnungen der Art angebracht, durch welche man mit demselben kleinen Besen in den obern Zugcanal gelangen, und die sich in ihm angesammelt ha-

Digitized by Google

bende Asche nach hinten hinfegen kann, wo sie durch die offenen Zwischenräume zwischen den untern Cylindern in die Senkungen der untern Canäle gelangt, und zu deren Oeffnungen herausgenommen werden kann. Daß die Oeffnungen unter den obern Cylindern ebenfalls durch gußeiserne Einsatzstücke oder Ziegelsteine mit Lehm luftdicht verschlossen werden müssen, dürfte sich von selbst verstehen.

Ich habe oben schon bemerkt, daß ich es vortheilhafter gefunden habe, unter sämmtlichen obern größeren Cylindern einen einzigen Zugcanal, als für jedes Rohr einen besondern anzulegen. Jedoch muß ich hiebei bemerken, daß diejenigen Cylinderlagen bei größern Kesseln, die einen gemeinschaftlichen Feuerplatz haben, auch hinsichtlich des obern Zugcanals von den andern abgesondert werden können, und dasselbe dürfte für die untern Zugcanäle zu empfehlen sein. Man gewinnt wenigstens dadurch den großen Vortheil, daß nun jeder Feuerplatz für sich so zu sagen einen eigenen Ofen bedient, daß diese verschiedenen Oefen mehr unabhängig von einander sind, und das Feuer in dem einen in voller Kraft bleibt und seinen Zug behält, wenn eines der andern mit frischem Brennmaterial beschickt oder geschürt wird. Auch dem obern Zugcanale suche ich eine solche Höhe zu geben, daß in ihm sich ansammelnde Asche noch Raum genug findet und den Zug nicht störet. Da die durch den Ofen streichende Hitze vermöge ihrer Tendenz nach oben auch immer unter dem Boden der obern Cylinder sich hält, so dürfte bei dieser Anordnung keine Verschwendung von Hitze zu fürchten sein, auch hat die Erfahrung keinen Nachtheil derselben nachgewiesen.

Der Boden des obern Zugcanales bildet die Decke des untern. Er wird von feuerfesten Steinen, die in der flachen Kante gelegt werden, aufgeführt. Die Fugen müssen mit Lehm sehr dicht zusammengefügt und oben durch eine Lage von Zungendachsteinen zugedeckt werden, die auf die ganze Lage der feuerfesten Steine mit Lehm in der Art aufgelegt wird, daß sie die Fugen der letztern möglichst deckt.

Die obern Cylinder sind durch Ziegel bis auf die Hälfte

Digitized by Google

zu decken, so daß die Flamme ihren obern, den Dampfraum enthaltenden Theil nicht berühren und überhitzen kann. Oben über die obern Cylinder lege ich nur eine Lage von Zungendachsteinen auf den Ofen, die das Ausstrahlen der Hitze aus den obern Cylindern sattsam verhütet. In der fünften Figur sieht man diese Maaßregeln deutlich genug in ihrer Ausführung abgebildet, um bei gehöriger Betrachtung derselben mich zu verstehen.

Alle Hitze, die durch den obern Zugcanal in den vorne quer über dem Ofen liegenden und in den Schornstein führenden Canal entweicht, muß vorn wiederum durch diejenigen Zwischenräume zwischen die obern Cylinder durchgeleitet werden, welche man in Fig. 4 bei hhh abgebildet sieht. Damit die Hitze, die sich über den obern Theil der Röhren herüberwendet, um in den Canal zu gelangen, nicht die obere Hälfte und Decke der Röhren, welche inwendig nicht von Wasser, sondern nur von Dampf berührt wird, überhitze und zerstörend auf ihr Metall einwirke, wird diese obere Hälfte der Röhren mit gebogenen Blechplatten zugedeckt, unter welche man eine Schicht Lehm, mit Kuhhaaren vermischt, legt. Die Blechplatte und der Lehm müssen bis 1 Zoll unter die Hälfte der Röhren herabreichen, und je mehr nach unten, je dichter sich an die Röhren anschließen, damit sie nicht diejenigen Canäle zwischen denselben, die die Hitze in den querliegenden obern Canal u (Fig. 4) führen, zu sehr verengen. In Fig. 4 sieht man diese Einrichtung bei vvv deutlich abgebildet, und giebt die Figur von der ganzen Lage der Lehmschicht und des sie deckenden und haltenden Bleches, und den beide betreffenden Dimensionen eine genügende Vorstellung. Die Summe der Durchschnitte sämmtlicher, von dem obern Zugcanale in den querliegenden Canal u führenden, und zwischen den obern Cylindern liegenden Canäle muß wenigstens zwei Drittheilen der Summe sämmtlicher Zwischenräume zwischen dem Roste oder den Rosten (wo mehrere Feuerplätze sind) gleich sein, und dieser Zweck wird erfüllt, wenn man ihnen eine Länge von 12 bis 14 Zoll und eine Breite von 4 Zoll giebt. Die Breite des obern querliegenden Canals u muß sich dann nach der Länge dieser Oeffnungen richten.

Digitized by Google

Seinem Durchschnitte giebt man am besten die Form eines Quadrates. Eine zu große Enge desselben ist nämlich aus dem Grunde sehr nachtheilig, weil die zwischen die Röhren durch in denselben strömende Hitze eine starke Winkelkrümmung machen muß, und sich dabei an der Decke eines niedrigen Canals nachtheilig stoßen und brechen, und den Zug der weiter zurück in den Canal einströmenden Gase hemmen und stören würde [1]). Am Ende des querliegenden Canals u ist das Register so angebracht, daß der obere Rand seiner Oeffnung mit der obern Wand des Canals gleichlaufend liegt. Auf der entgegengesetzten Seite des Registers muß in der Endwand des Canals eine Oeffnung i mit gußeisernem Einsatze angelegt werden, durch welche man zum Zwecke der Reinigung in denselben kommen kann. Seine Seitenwände und seine obere Decke brauchen nicht stärker als 6 Zoll zu sein. Hinsichtlich der Durchschnittsfläche der Registeröffnung habe ich oben schon bemerkt, daß sie so groß sein müsse, als die Summe der Zwischenraumsdurchschnitte zwischen den Roststäben.

Das Register muß von Gußeisen construirt sein, und sich in Falzen von demselben Metalle schieben. Zur gehörig sichern und dichten Befestigung seiner Falzen (die füglich an beiden Enden durch Querbänder zu einem Rahmen vereinigt werden können) an das Mauerwerk muß Sorge getragen werden.

---

1) Ich erfuhr dies auf eine sehr überzeugende Weise an einem Ofen dieser Art, den ich in Rostock für die zum Betriebe einer Oelmühle dienende, und von mir gebaute Dampfmaschine des Herrn Ernst Brockelmann errichtete. Der Zug im Ofen war anfangs, als ich den Canal 8 Zoll hoch aufgeführt hatte, sehr schlecht, erreichte aber eine bisher noch nicht erfahrene Vollkommenheit, als ich die Decke des Canals nur 4 Zoll höher legte. Er war nämlich von der Stärke, daß beim Zuschütten von neuem Brennmaterial im Ofen ein dröhnendes Heulen entstand, welches außerhalb des Gebäudes über 400 Schritt weit noch deutlich hörbar war, und den ganzen Ofen in eine schädliche Vibration setzte, so daß, um diesen Uebelstand zu vermeiden, das Register immer bedeutend geschlossen werden mußte. Die Maschine hat bei 5 Cylinderlagen, unter denen 2 Feuerplätze angebracht sind, nur 7 Quadratfuß Roststäche und einen Schornsteincanal von 1 Quadratfuß Querschnitt. Ihre Cylinder sind von Kupfer. Die obern haben 9, die untern 7 Zoll Durchmesser.

Digitized by Google

Ich habe oben schon angedeutet, daß ich die Register mit, in der Mitte des Rahmen sich um eine Achse drehenden, Klappen den gewöhnlichen Schubregistern vorziehe. Sie sind leicht beweglich, leiden nicht so vom Russe, und da von ihnen nichts als ihr Stiel nach außen durch's Mauerwerk geht, so bedarf es in demselben keiner so großen, viele Luft in den Canal einlassenden Oeffnung, wie beim Schubregister, wo beim Ausziehen die ganze Registerplatte aus derselben hervortreten muß. Die Stiele an den Registern muß man immer billig so einrichten, daß sie gehörig bequem und leicht gehandhabt werden können. Da, wo die Register sehr hoch liegen und die Maschinenwärter nicht anreichen können, thut man wohl, an denselben eine paßliche Hebelvorrichtung anzubringen.

Es ist unerläßlich, das Mauerwerk des Ofens gehörig mit Ankern zu versehen, damit die Hitze es nicht aus einander treibe. Diese Anker müssen sowohl lang als quer im Ofen liegen und auswendig hervorragen, und dort mit Schraubengewinden versehen sein, so daß man starke Ankerplatten aufschieben, und durch Muttern an den Ofen anziehen kann. Auch ist sehr anzurathen, den ganzen obern Rand des Ofens mit einem eisernen Ringe zu umlegen. Dieser Ring verhindert zugleich das Abschlagen und Beschädigen der Ecken des obern Randes.

Statt die obern Cylinder bloß mit Zungendachsteinen unmittelbar zu bedecken, kann man auch das Ausstrahlen der Hitze aus denselben zweckmäßiger dadurch verhüten, daß man diese Steine in einiger Entfernung von den Cylindern in der Art auflegt, daß zwischen denselben und ihnen ein hohler Raum bleibt. Die in diesem Raume befindliche Luft läßt dann die Hitze nur in einem geringen Grade durchdringen, indem sie ein schlechter Wärmeleiter und in Ruhe ist. Die Dachsteine werden durch untergemauerte Zungen in ihrer entfernten Stellung von den Cylindern erhalten und unterstützt.

Der Ofen meiner zweiten oben beschriebenen Kesselgattung ist außerordentlich einfach, und enthält eigentlich nur einen einzigen aufsteigenden Zug, ohne labyrinthische Krümmungen, ohne nachtheilige Winkelbiegungen und Verengerungen. Daher

Digitized by Google

steigt die Hitze in ihm auch ungehindert auf, und selten wird man bei richtigem Bau und günstiger Lage des Schornsteins einen mittelmäßigen oder schlechten Zug erhalten.

Bau des Aschenheerdes und Feuerplatzes sind gewöhnlich. Den Rosten gebe ich immer die ganze Länge desjenigen Theils der Entwicklungsröhren, der im Ofen frei liegt und von der Hitze umspielt wird. Seine Breite richtet sich nach der Größe der Rostfläche, die man gebraucht, und zu deren Größenberechnung die nöthigen Regeln gegeben sind. Auf eine auffallende Weise fügt es sich bei diesem Kessel, daß der Rost gewöhnlich die Breite desjenigen Raumes bekommt, worin die Siedröhren liegen, indem eine Zugabe an Siedröhren, bei einer Anwendung von 8 Lagen derselben, gewöhnlich in einem richtigen Verhältnisse zur nöthigen Erweiterung der Rostfläche, der Breite nach gerechnet, steht. Vor dem Ofen bringe ich auch bei diesem Kessel eine große gußeiserne Platte an, in welcher sich die Heizthür (oder Thüren) befinden, und die mit ihrer nach hinten angeschrobenen breiten Rippe zum Stützpunkte der Herzen dient. Eine Ansicht des auf Tab. II. Fig. 1, 2, 3 und 4 von außen und in verschiedenen Durchschnitten abgebildeten Ofens wird den Bau des Aschen- und Feuerheerdes, so wie der Heizthür und der vordern Ofenplatte, auch ohne weitere nähere Beschreibung und Erläuterung, zur Genüge verdeutlichen.

Ueber dem Feuerheerde ist der Heizraum für die Siedröhren befindlich. Er ist ein länglicht viereckiger Raum, von einer Höhe, daß er alle 8 Röhrenlagen aufnehmen kann, und daß dann oben noch ein wenigstens 6 Zoll hoher Raum übrig bleibt; und einer Breite, daß seine Wände bis auf ½ bis 1 Zoll an die äußern Röhren herantreten. Die Entfernung der untersten Röhrenlagen vom Kessel wird nach den oben angegebenen Regeln eingerichtet. Am hintern Ende des Heizraums ist der Ofen auf eine eigenthümliche Weise verschlossen. Da die Siedröhren aus demselben nach außen in der Art hervorragen müssen, daß ihre Enden völlig frei liegen, um bei der nöthigen Reinigung des Kessels bequem und ungehindert zu ihnen kommen zu können, Mauerwerk in den kleinen Zwischenräumen

Digitized by Google

zwischen den Röhren aber nicht gut aufgeführt werden kann, auch bei verhältnißmäßiger Breite zu viel Feuerberührungsfläche der Röhren weggenommen hätte, so habe ich den Verschluß auf eine eigenthümliche Weise durch gußeiserne Platten von 1 Zoll Stärke bewerkstelligt, die nach oben und unten für die Röhren, der Größe und Form derselben gemäß, ausgeschnitten sind, und während der Aufstellung des Ofens, bei nach und nach von unten nach oben erfolgendem Anschrauben der Siedröhren an die Herzen, zwischen diese aufgeschichtet, und mit dünnen Lagen von Lehm und Kuhhaaren, mit ein wenig Salmiak und Eisenfeile gemischt, an einander, und an die Röhren angedichtet werden. In Fig. 26 habe ich mehrere solcher Platten besonders abgebildet. Man sieht hier deutlich ihre zur Aufnahme der Siedröhren dienenden Ausschnitte aaa und die Fugen bb zwischen denselben. Sie werden dem Ende der Röhren so nahe angebracht, daß diese Enden nur höchstens ¼ Zoll hervorragen. Auf den Seiten springen diese Platten in einen Falz des Ofens ein, und stützen sich an die innere Wand desselben. Der Falz ist so breit, daß nach Einsetzung der Platten in denselben nach hinten ein Raum von der Breite eines Mauersteins bleibt. In diesen werden Mauersteine mit Lehm eingesetzt, wenn alle Platten an ihrem Orte sind, und so den Platten auch nach außen ein gehörig fester, aber leicht zu entfernender, Stützpunkt gegeben. Die Mauersteine sind in dem Falle leicht wegzunehmen, wenn einmal eine oder die andere Platte entfernt werden müßte, um eine oder mehrere der Siedröhren aus dem Ofen zu nehmen und mit neuen zu vertauschen. In Fig. 3 und 4 habe ich diese Einrichtung punktirt angegeben. In Fig. 3 stellt o den Falz von der hintern Front des Ofens gesehn, in Fig. 4, o denselben von der Seite dar. Bei pp in letzterer Figur sieht man den Längsdurchschnitt der Platten. Sie stützen sich nach vorn gegen die innere Wand des Falzes. Zwischen ihnen und der äußern Wand desselben werden die Mauersteine eingesetzt. Fig. 4, q ist die äußere Fortsetzung der Ofenwand.

Diese Fortsetzung der Ofenwand erstreckt sich gewöhnlich

Digitized by Google

18 Zoll nach auswärts, und ist oben über der obersten Platte, die gleich der untern auf einer Seite keine Ausschnitte für die Siedröhren erhält, mit der gegenüberliegenden durch ein Gewölbe von Ziegelsteinen verbunden. Auf diese Weise entsteht durch dieses Gewölbe und die Seitenwände des Ofens eine Art Nische, die an ihrer äußern hintern Oeffnung durch eine möglichst dicht schließende gußeiserne Thür verschlossen wird. Innerhalb der Nische hält sich eine unbewegte Luftschicht, die ein starkes Durchdringen von Wärme von den gußeisernen Platten und den hintern Röhrenenden zu der Thür verhütet. Bei nöthiger Reinigung der Siedröhren öffnet man die Nische, und kann dann ungehindert zu den in dieselbe hineinragenden Röhrenenden kommen. In Fig. 4 sieht man diese ganze Einrichtung deutlich vorgestellt. q ist der innere Raum der Nische, r der Boden, s die gewölbte Decke derselben, t ist die sie nach außen verschließende gußeiserne Thür, pp sind die den Grund derselben bildenden, und die Enden der Siedröhren einschließenden und tragenden Platten.

Es ist bei dieser Art Kessel eine sehr schwierige Aufgabe, die vom Feuerheerde aufsteigende Hitze zwischen die Röhren so durchzuleiten, daß sie, allenthalben gleichmäßig vertheilt, ihre Reihen durchwandern, ohne einen schädlichen Strich nach irgend einer Richtung, mehr nach vorne oder nach hinten, oder zur Seite, zu nehmen. Durch solchen nachtheiligen Strich werden nämlich die Röhren einen ungleichen, und ihrer Structur und der Verdampfung des Wassers darin nachtheiligen Angriff von der Hitze erfahren, und die Feuerberührungsfläche der Siedröhren müßte hie und da unvollständig benutzt werden. Um auf diesem schwierigen Wege zu einem erfreulichen und allen Forderungen entsprechenden Ziele zu gelangen, habe ich dem Roste die ganze Länge desjenigen Theils der Röhren gegeben, der den verdampfenden Theil derselben bildet, und innerhalb des Heizraumes des Ofens liegt, und oberhalb der Röhren, ohngefähr 4 bis 5 Zoll über denselben, den Heizraum durch eine gußeiserne Platte gedeckt, die grade über den verschiedenen Röhren der obersten Röhrenreihe eine von vorn nach hinten

Digitized by Google

sich erstreckende Reihe länglicht viereckiger Oeffnungen enthält, durch welche die Hitze aus dem Heizraume entweicht. Der Summe der Querschnitte sämmtlicher Oeffnungen habe ich $\frac{2}{3}$ des Querschnitts sämmtlicher Zwischenräume zwischen den Roststäben gegeben. Die aus dem Heizraume entweichende Hitze wird durch diese Maaßregel gezwungen, gleichzeitig durch sämmtliche Oeffnungen der Platte aus dem Heizraume zu entweichen, um zum Austritte Oeffnung genug zu gewinnen, und vorher, um zu allen Oeffnungen zu gelangen, sich gleichmäßig in den ganzen Heizraum zu verbreiten. Der Erfolg dieser Maaßregel hat vollkommen meine davon gehegten Erwartungen gerechtfertigt.

In Fig. 3 und 4 ist bei u die gußeiserne Platte abgebildet. Die Lage ihrer Oeffnungen wird daraus vollkommen deutlich. Die Oeffnungen liegen in so viel Reihen, als Röhren in der obern Röhrenlage vorhanden sind, und zwar grade über denselben, damit die Hitze, die zu ihnen hinstreicht, diese noch zu umkreisen gezwungen werde. Jede Reihe enthält vier Oeffnungen, gewöhnlich von $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite und 10 Zoll Länge. Die Platte erfährt nur immer einen geringern Hitzegrad, weil sie allein von derjenigen Hitze berührt wird, die bereits ihren Wärmestoff zum größten Theil an die Röhren abgesetzt hat, und nur noch die Temperatur des Kessels und der in ihm entwickelten Dämpfe besitzt. Sie wird daher sehr lange dauern, ja fast unvergänglich sein.

Ich habe nun noch in einigen Worten zu erörtern, in welcher Weise die Hitze in dem Heizraume auf die Siedröhren wirke. Wie schon oben von mir bemerkt worden ist, haben viele Ofen- und Heizkundige, vorzüglich Seguier und Stephenson, darauf aufmerksam gemacht, daß die strahlende Hitze des Feuers, die in senkrechter Richtung gegen den Kessel stößt, viel kräftiger auf denselben einwirke, als eine solche, die parallel mit seinen Wänden streicht, und in schnellem Zuge und in dicken Striemen daran vorübereilt. Dadurch, daß die Hitze senkrecht gegen eine Wand anstößt, erfährt sie eine Art Aufdämmung, Concentration, und ihre Schichten gerathen in eine wirbelnde Bewegung, die eine gleichmäßige Vertheilung der

Digitized by Google

Temperatur darin zur Folge hat, und daher dem Keſſel oder der zu erhitzenden Fläche immer wieder neue erhitzte Strata zuwendet. Da die ſtrahlende Hitze nach denſelben Geſetzen von Körpern, an welche ſie ſtößt, abprallt und gebrochen wird, wie wir es bei Strömungen anderer Flüſſigkeiten wahrnehmen, ſo wird ſie in demſelben Winkel, in welchem ſie auf den Körper traf, auch wieder von demſelben zurückſtrahlen. Daraus folgt nothwendig, daß ſie während ihres Durchganges zwiſchen den Röhrenreihen immer von einem Rohre gegen das andere geworfen werde, immer ſich brechend an den Wänden der Röhren, immer von Neuem gegen die folgende Röhrenwand dirigirt. Auf dieſe Weiſe wird ihre Temperatur bei jeder ſolchen Brechung ihrer Strömung immer vollkommenern Abbruch erleiden, und an den oberſten Röhrenreihen, nach ſo großer Anfechtung auf ihrem Wege, ſo viel möglich vermindert, ja endlich auf den Punkt gebracht werden müſſen, wo alle Mittheilung aufhört, d. h. wo ſie ſich zu der des Apparates ſelbſt erniedrigt hat, zumal da der Strom der Hitze nie aus dem Bereiche der Röhren kommt, immer an ſie angedrängt, auf ſie zurückgewieſen, immer von Neuem gegen ſie dirigirt wird, und die Ofenwände des Heizraums im Verhältniß zur Feuerberührungsfläche der Röhren nur ein geringes Areal bilden, alſo auch nur wenig davon aufnehmen und verſchwenden.

Weſentlich iſt hiebei immer diejenige Stellung der Röhrenreihen über einander, die ich gewählt habe, und wobei die Röhren der zuoberſt folgenden Reihe über den Zwiſchenräumen der untern Röhren zu liegen kommen. Stellte man die einzelnen Röhren nämlich alle in einer ſenkrechten Linie über einander, ſo würde die Hitze in den Zwiſchenräumen zwiſchen denſelben, die als fortlaufende ſenkrecht aufſteigende Canäle anzuſehen wären, ſchnell Raum gewinnen, in den Schornſtein abzuziehen, ohne die Röhren, was unerläßlich iſt, gehörig umſpielt zu haben. Auffallend iſt es, bei wie wenigen Röhrenkeſſeln auf dieſen Umſtand gehöriges Gewicht gelegt iſt.

Ueberhaupt hat es immer in einem hohen Grade meine Verwunderung erregt, daß man dieſe Art, Röhren zu erhitzen,

Digitized by Google

nicht eher allgemein angewandt hat. Man findet zwar einige Andeutungen davon an einigen Luftheizungsapparaten und an den Clark'schen [1]), Perkins'schen [2]) und Neukranz'schen [3]) Kesseln, indessen scheint man immer sehr wenig Gewicht darauf gelegt zu haben, sonst hätte man diese Bahn wohl eifriger verfolgt. Schon so lange ich mich mit Versuchen über Dampfkessel beschäftigte, schwebte mir immer die Wichtigkeit einer solchen Methode, die Hitze gegen Siedegefäße zu leiten, vor, und ich war unablässig bemüht, darin zu einem erfreulichen Ziele zu gelangen. Der Erfolg hat meine Ansichten über die Vortheile derselben gerechtfertigt, und ich empfehle sie daher dem weitern forschenden Streben meiner Kunstgenossen.

Vorzüglich günstig gestaltet sich bei diesem Kessel und seinem Ofen das Verhältniß der Feuerberührungsfläche der Siedröhren zu derjenigen Fläche des Ofens, die den Heizraum einschließt. Während bei den gewöhnlichen wagenförmigen und cylindrischen Kesseln diese Fläche die zu heizende des Kessels gewöhnlich um ein nicht Geringes an Ausdehnung übertrifft, verhält sie sich bei meinem Kessel zu jener wie 1 zu 3 und 4, ja oft, bei größern Kesseln, wie 1 zu 6. Daher auch der geringe Hitzeverlust an diesen Wänden, daher das schnelle Sieden [4]) meines Kessels. Alle Hitze wendet sich den Röhren zu, wird wenig von andern Gegenständen abgeleitet, vollends wenn letztere erst einen höhern Hitzegrad erreicht haben. Daher aber auch leicht erklärlich, warum größere Kessel in dieser Hinsicht immer bedeutende Vorzüge vor den kleinern haben, und warum ich bei kleinern Maschinen von der Anwendung dieser Kessel abrathe [5]).

---

1) London Journal of arts, N. 32 p. 57. — Dingler's polyt. J. B. XII. S. 300.

2) l. c. März 1828, S. 341. — Dingler's pol. J. B. XXVIII. S. 330.

3) Gewerbeblatt für Sachsen, IV. Jahrgang, N. 49, S. 399.

4) Das Sieden dieser Kessel tritt gewöhnlich schon 20 bis 25 Minuten nach dem ersten Anheizen ein.

5) Es hat mich hiezu vorzüglich eine Erfahrung an einem Kessel bestimmt, den ich nach diesem Principe zu einer Dampfmaschine von 3 Pfer-

Digitized by Google

Es ist bei dem Ofen dieser Kessel nicht nöthig, den ganzen Heizraum mit feuerfesten Ziegeln auszukleiden. Völlig genügend erscheint es nach meiner Erfahrung vielmehr, nur die Wände des Feuerheerdes und die des Heizraums bis zur Hälfte hinauf damit aufzumauern. Da in der höhern Partie dieses Heizraums die Hitze durch ihre Absetzung an die Siedröhren nämlich sehr an Intensität verloren hat, so darf man für eine Ueberhitzung und daraus resultirende baldige Zerstörung des obern Theils seiner Wände völlig unbesorgt sein.

Auffallend ist es, daß diese Kessel bei einem weniger lebhaften Zuge des Ofens fast günstigere Resultate als bei sehr starkem und intensivem Feuer geben. Hievon habe ich mich vielfältig überzeugt, und bin ich sehr geneigt, dies als einen großen Vorzug an denselben, namentlich vor den Kesseln der Locomotiven, bei denen durch die große Intensität des Feuers alle Theile, die denselben vorzugsweise ausgesetzt sind, einer schnellen Zerstörung entgegen gehn, wenigstens immer sich wiederholende Reparaturen verursachen, geltend zu machen.

Die Leitung der Hitze von der den Heizraum deckenden Platte aus kann verschieden angeordnet werden. Da, wo nur ein Herz vorhanden ist, kann man sie zwischen Separator und

---

deskräften für den Herrn Ludwig Eupobus in Rostock erbaut habe, und dessen Wirkung gegen die des Kessels der Plauer Maschine einigermaßen ungünstig zu nennen ist. Er war der erste, den ich in größerem Maaßstabe auszuführen Gelegenheit hatte; und ich schreibe einen großen Theil der weniger günstigen an ihm erhaltenen Resultate dem unvortheilhaften Verhältnisse seiner Feuerberührungsfläche zu der Ausdehnung seiner Ofenwände zu. Letztere sind nämlich bei den 9 Röhren, die er enthält, und die dazu nur in 6 Reihen über einander liegen, beinahe größer als die Oberfläche dieser Röhren, während sie an der Plauer Maschine nur ohngefähr ⅓ der erstern an Areal enthalten. Man sieht aber hier wieder, wie wenig ein Erfinder Ursache habe, eine Erfindung gleich zu verwerfen, deren erste Erfolge seinen Erwartungen nicht ganz entsprechen. Ist er einmal von den Vortheilen derselben theoretisch überzeugt, so verzage er nie an einem günstigen Ende, und wenn er zu diesem auch nur durch ungewöhnliche Anstrengungen kommt, es müßte denn sein, daß er einen Weg betreten habe, wo das Licht der Theorie noch nicht hingeleuchtet hat.

Digitized by Google

Herz in einem gemauerten Zuge aufwärts, und dann nach hinten oder zur Seite, in einer bogenförmigen Krümmung in den Schornstein leiten, je nachdem man diesen zu stellen beabsichtigt. Am besten dürfte die Stellung des letztern immer zur Seite des Ofens geschehen, weil man hinter dem Kessel eines gehörigen Raumes zum Reinmachen desselben bedarf, und ein Schornstein, wenn er nicht entfernter stände, dabei sehr hinderlich sein würde. Da, wo der Schornstein zur Seite steht, kann man die Hitze auch in einem großen Zuge unter dem Separator durch in denselben führen. Es ist auf diese Weise die Deformität vermieden, die ein zwischen Separator und Recipienten aufwärts geführter Zug mit seiner obern bogenförmigen Krümmung gewährt. Die letztere Maaßregel kann man auch nehmen, wo mehrere Herzen und Separatoren und Recipienten vorhanden sind. Sie ist auch von mir an dem Ofen der Plauer Maschine befolgt, und hat sehr gute Resultate geliefert. Beide Feuerplätze haben einen vollkommen gleichen Zug. Man führt auf diese Weise den Separatoren und Recipienten noch einige Hitze zu, wenigstens schützt man sie vor schädlicher Ausstrahlung derselben. Ueber Separatoren und Recipienten baut man bei der letztern Anordnung das Mauerwerk des Ofens so weit hinauf, daß sie ganz bedeckt werden und der Ofen oben eine grade Fläche bildet. Man kann die Zwischenräume zwischen Separatoren und Recipienten durch kleine flache Gewölbe decken, die ihre Widerlagen an den Gefäßen selbst finden, und bis auf die Hälfte derselben sich herunter erstrecken. Daß in dem letzten, in den Schornstein führenden, Zuge immer ein Register angebracht werden müsse, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Auf der zweiten Tafel habe ich in Fig. 3 und 4, die einen Quer- und Längsdurchschnitt eines Ofens für einen Kessel von 10 Pferdeskräften vorstellen, die letztere Art der Leitung der Hitze abgebildet. Bei u sieht man die Deckplatte des Heizraumes mit ihren Oeffnungen, bei c den Separator, bei d den Recipienten, bei v den seitwärts in den Schornstein führenden Zug, der bei w mit einem Register versehen ist. Die specielle Anordnung dürfte aus den Abbildungen vollkommen deutlich

Digitized by Google

sein, und ich bemerke nur noch, daß der Zug gleich über der Platte u und unter den Recipienten und Separatoren immer die volle Breite und Länge des Heizraumes haben, und sich später erst außerhalb derselben bis auf den nöthigen Querschnitt zusammenziehen müsse, damit alle mögliche Gefahr einer strichweisen Strömung der Hitze in dem Heizraume und mehr nach einem Theile der in der Deckplatte desselben befindlichen Oeffnungen hin entfernt werde.

Ich muß jetzt noch am Schlusse der Abhandlung über meine Kessel und Oefen die Bemerkung anschließen, und meine Ueberzeugung aussprechen, daß es höchst unzweckmäßig sei, die Kessel und ihre Oefen mit den Maschinen in einem und demselben Lokale aufzustellen, daß sie vielmehr immer in eigenen Kesselstuben errichtet werden müssen, damit der Kohlenstaub und die Asche, die unausbleiblich beim Zuheizen und Schüren immer in diesen verbreitet werden, nicht die Maschinen, deren Theile äußerst reinlich gehalten werden müssen, wenn sie nicht öftern Reparaturen unterworfen sein sollen, verderbe. Ich sondere meine Maschinen immer möglichst strenge von ihren Kesseln ab, und sorge sogar dafür, daß, wo es irgend thunlich ist, die vom Maschinenraume in die Kesselstuben führenden Thüren mit Vorrichtungen versehen werden, die von selbst das Schließen derselben besorgen, wenn sie Jemand geöffnet stehen lassen sollte. Auch gebe ich den Kesselzimmern wo möglich einen Abzugcanal für die etwa aus undichten Stellen des Kessels oder aus dem Sicherheitsventile kommenden und sich in dem Lokale verbreitenden Dämpfe. Diese schlagen sich nämlich, wenn sie in den Maschinenraum dringen, an den kältern metallenen Theilen der Maschine nieder, und verderben die Politur dieser Theile durch Rost. Je mehr man für Eleganz und Reinlichkeit bei Dampfmaschinen sorgt, auf einen desto bessern Effect und eine desto längere Dauer derselben darf man bauen, und es ist wahrlich kein übertriebener Luxus zu nennen, wenn Dampfmaschinen in eleganten Räumen stehen, und in allen ihren Theilen mit besonderer Sorgfalt in Politur erhalten werden. Ein solcher Luxus erspart manche Ausgabe, und hat zugleich

Digitized by Google

das Gute, daß er dem Maschinenwärter immer eine bestimmte Beschäftigung gewährt. Eine große Aufmerksamkeit ohne bestimmte materielle Beschäftigung ermüdet jeden Menschen, und der Mangel der letztern wird gewöhnlich die Ursache des Mangels der erstern.

C. Dampfmaschine.

Ich komme nun endlich zur Dampfmaschine selbst, dem interessantesten Theile dieses Capitels, demjenigen aber auch zugleich, bei dessen Bau bisher die größten Fehler begangen sind, der am wenigsten seinen Zweck erreicht, und in dem die Hauptursache der den Hochdruckmaschinen bis auf diesen Tag vorgeworfenen Dampfverschwendung zu finden ist. Schon früher habe ich mich zu zeigen bemüht, daß bei Hochdruckmaschinen und einer möglichst zweckmäßigen Construction derselben weniger Gewicht auf ihre Kessel zu legen sei, als auf die Maschine selbst. Hat man gleich die Erfahrung gemacht, daß Hochdruckdampf bei seiner Erzeugung nicht mehr Brennmaterial erfordere, als Dampf von niederm Drucke, so ist man doch sehr auf dem Irrwege, wenn man glaubt, daß man eine immer größere Vollkommenheit der Hochdruckmaschinen vorzugsweise durch Verbesserung ihrer Kessel erreiche. Diesem Wahne sind bis auf den heutigen Tag vorzüglich noch immer die englischen Engineers ergeben, wie ihre neuesten Locomotiven deutlich beweisen. —

Es seien mir, bevor ich zur vollständigen und zusammenhängenden Beschreibung meiner Hochdruckmaschinen selbst übergehe, auch hier, so wie beim Capitel der Kessel und ihrer Oefen, erst einige allgemeine Betrachtungen über die bisherigen Hochdruckmaschinen und ihre einzelnen Theile, so wie über die verschiedenen Principien, nach welchen dieselben erbaut sind, vorauszuschicken erlaubt. Auch hier werden die Leser durch diese Betrachtungen besser auf denjenigen Standpunkt gestellt werden, von welchem aus eine Verbesserung dieser vortrefflichen Dampfmaschinen beginnen muß, wenn sie den Namen einer wirklichen Verbesserung verdienen soll.

Digitized by Google

Ich baue meine Maschinen größtentheils mit schwingenden Cylindern, und mache nur in sehr wenigen Fällen eine Ausnahme, nämlich da, wo die Localität oder der Zweck der Maschine eine besondere Anordnung mit feststehenden Cylindern fordert. Man wird leicht denken können, daß ich eine solche Construction nicht allein aus bloßer Vorliebe gewählt habe, sondern daß mich zugleich wichtige Gründe bestimmten, einen Weg zu betreten, der so vielfach angefochten, zum Theil hart getadelt, ja gänzlich verworfen ist, zugleich aber auch die Ueberzeugung fassen, daß ich bemüht gewesen sei, diejenigen Vorwürfe, die man den schwingenden Cylindern gemacht hat, nicht allein gehörig zu prüfen und zu würdigen, sondern auch zugleich eine Abhülfe der bisherigen gegen sie erhobenen Beschwerden zu versuchen.

Es war ungefähr um das Jahr 1821, als Aaron Manby zuerst in England ein Patent auf schwingende Cylinder bei Dampfmaschinen nahm [1]). Sehr lange Zeit verging indessen, ehe man seine Vorschläge beachtete. In Frankreich und Amerika scheinen die ersten Versuche mit schwingenden Cylindern, jedoch auch nur an Maschinen von geringem Maaßstabe, und vorzugsweise an kleinern Hochdruckmaschinen, gemacht zu sein. Neville und Gurney führten sie zuerst an ihren Hochdruckmaschinen allgemein ein, und ihnen folgten mehrere der neuern Erbauer von Dampfwagen für Chausseen. Auf Maschinen mit niederm Drucke, wofür Manby sie zuerst vorzugsweise vorschlug, wurden sie erst in der neusten Zeit von Fields [2]) angewandt, der mehrere Schiffmaschinen von kleinerm Maaßstabe mit denselben ausrüstete. In Frankreich hat Cavé in Paris [3])

1) Seine Maschine ist beschrieben und abgebildet in Christian's traité de mécanique industrielle. Im Jahre 1823 kam ich auf dieselbe Idee, ohne von Manby's Patent etwas erfahren zu haben. Manby's Patent ist vom 9. Mai 1821.

2) Vid. Hartmann's encyclopäd. Handbuch des Maschinen- und Fabrikwesens, 1. Theil 1. Abtheil. S. 346. Tab. XXIII Fig. 5.

3) Eine Beschreibung und Würdigung einer Cavé'schen Maschine sehe man in den Annales de l'Industrie francaise et étrangère, Tom. VI. N. 3. 1830, und in Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 81.

Digitized by Google

vor Allen Notiz von ihnen genommen, und eine große Menge Hochdruckmaschinen, sowohl große und starke, als kleine, sowohl Land- als Schiffmaschinen damit ausgestattet. In Deutschland baut sie jetzt Herr Borsig in Berlin wohl am häufigsten, und wie ich mich persönlich überzeugt habe, mit einiger Vorliebe und mit Glück.

Obgleich hiernach ihre Verbreitung immer an Zunahme zu gewinnen scheint, so ist doch die allgemeine Stimme, vorzüglich der Maschinenbauer, immer noch mehr oder weniger dagegen, die der letztern nicht selten leider nur aus dem alleinigen und sonderbaren Grunde, als durch schwingende Cylinder der Bau der Dampfmaschinen zu sehr vereinfacht erscheint, deshalb aber den Maschinenbauer zu wenig in Thätigkeit setzt, und seiner Casse zu wenig Gewinn bringt. Es würde mir nicht schwer fallen, einen so kläglichen Einwurf nicht allein als der guten Sache höchst schädlich und verderblich darzustellen, sondern auch zu beweisen, daß dem Maschinenbauer aus dem Baue einfacher Maschinen mehr Vortheil als aus dem complicirterer erwachse, wenn er nur die Sache aus dem rechten Gesichtspunkte auffassen will. Aber ferne sei es von mir, hier mit den kleinlichen und erbärmlichen Rücksichten mancher meiner Collegen mich in Streit zu geben, und mich daran zu ärgern. Die Wissenschaft fordert von mir vielmehr, daß ich Tinte, Feder und Papier besser anwende, daß ich mehr Einwürfe aus ihrem Gebiete entkräfte, Einwürfe, die wirkliches Gewicht haben in der Wagschale der Wahrheit. Man lasse sie mich nach der Reihe vornehmen [1]).

---

1) Herr Maschinendirector Brendel zu Freiberg nennt in den Mittheilungen des Industrievereins für das Königreich Sachsen, 1839, Lieferung IV, S. 114, fünf Einwürfe gegen die Maschinen mit schwingenden Cylindern, als vom Gewerbe treibenden Publiko erhoben, die mir zum Theil sonst noch nirgends zu Gesicht gekommen sind. Ich habe sie bis auf einen im Folgenden unberücksichtigt gelassen, weil sie, wenn schwingende Cylinder nur einigermaßen erträglich gebaut werden, durchaus aller und jeder Begründung entbehren, und als solche sich ganz von selbst widerlegen. Einige derselben sind sogar der Art, daß sie die Maschine mit schwingenden Cylin-

Digitized by Google

1) Vor allen Dingen ſagt man: Eine ſo große Maſſe, als ein Dampfcylinder ſei, in eine ſchwingende Bewegung zu ſetzen, gebe große Erſchütterung, und erfordere einen bedeutenden Kraftaufwand, weil bei der jedesmaligen Umkehr der Bewegung die Trägheit der Maſſe deſſelben aufgehoben, und dieſe von Neuem in eine entgegengeſetzte Bewegung geſetzt werden müſſe, dadurch erleide Cylinder, Kolben und Kolbenſtange aber einen ſchädlichen Stoß und ein Drängen nach der Seite, und der Cylinder ſowohl, als die Stopfbüchſe der Kolbenſtange, rieben ſich ungleich, nur von 2 Seiten, alſo oval, aus.

Dieſer Vorwurf würde bei ſehr großen Maſchinen mit niederm Drucke in dem Falle, daß die Kolbenſtange aller Leitung, wie bei den kleinern ſchwingenden Cylindern, entbehrte, allerdings einiges Gewicht haben, in ſo ferne als die großen und ſchweren Cylinder dieſer Maſchinen bei der Bewegung ein großes Trägheitsmoment erlangen. Ich gebe indeſſen zu bedenken, ob jetzt die an dieſen Maſchinen üblichen großen und ſchweren Wagebalken, die das Gewicht der Cylinder in der Regel noch übertreffen, und deren Enden im Verhältniß weit größere Schwingungsbogen beſchreiben als dieſe, nicht mehr geeignet ſind, die Nachtheile ſchwerer Maſſen bei einer reciproken Bewegung fühlbar zu machen, als ſchwingende Cylinder, ſelbſt ſolche von größerm Gewichte? Wo läge hier der Unterſchied, und mit welchem Rechte gebührte der alten Einrichtung der Vorzug vor der neuern? Sollte ſich hier nicht deutlich das fruchtloſe unbegründete Ringen des Alten, Herkömmlichen mit dem Neuern, Beſſern offenbaren? — Wel-

---

dern eigentlich weniger als die gewöhnlichen Maſchinen treffen dürften. Sehr gewundert hat es mich, daß Herr Maſchinendirector Brendel Herrn Egells die Erfindung der ſchwingenden Cylinder beilegt, der doch nur in Preußen ein Patent darauf nahm, und daß er derer ſchwingenden Cylinder gar nicht erwähnt, deren Schwingungsaxe an ihrem obern Theile angebracht ſind, und von denen die erſten in Amerika gebaut zu ſein ſcheinen (vid. Mechan. Magazine, 26. Mai 1831, Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 89).

Digitized by Google

ches Gewicht kann der obige Einwurf aber vollends bei den kleinern und leichtern Cylindern der Hochdruckmaschinen mit höherer Pressung haben? welches bei denen meiner Maschinen, die gleich einem Pendel schwingen [1]), der bei der jedesmaligen Umkehr seiner Bewegung sein Trägheitsmoment durch seine eigene Schwere von selbst wieder aufhebt, wobei das Gewicht der Cylinder also die Schwingungen eher begünstigt als behindert? — Die ganze Bewegung stimmt hier so sehr mit den Naturgesetzen überein, ist den bewegten Massen so angemessen, daß von Kraftvernichtung dabei schwerlich viel die Rede sein dürfte, wenigstens ist sie mit der der Wagebalken, die, immer im Gleichgewichte liegend, die einmal begonnene Bewegung zu unterbrechen, durch die Trägheit ihrer Masse offenbar behindert werden, schwerlich zu vergleichen, vorzüglich wenn diese an Masse und Größe der Schwingungen noch die Cylinder übertreffen. Anders als bei den am obern Ende aufgehängten Cylindern ist es bei denen, die in dem Mittelpunkte ihrer Masse und ihres Schwerpunktes, oder gar an ihrem untern Ende, wie bei den Maschinen von Faivre in Nantes [2]), schwingen. Erstere treten mit den Wagebalken mehr in eine Categorie, letztere überschlagen sich buchstäblich bei jeder Hin- und Herbewegung, indem nicht allein die Trägheit ihrer Masse, sondern auch ihre Schwere geradezu der wiederkehrenden Bewegung widerstrebt. Wie man solche Anordnungen so hat herauspreisen können, als es wirklich geschehen ist, ist nicht recht zu begreifen. Daß bei ihnen Kolben, Kolbenstange und ihre Stopfbüchse leiden müssen, dürfte schwer zu widerlegen sein. Ich für mein

---

1) Lester nennt sie deswegen auch Pendelmaschinen. Eine Beschreibung und Abbildung davon steht im Mechan. Magazine, 26. Mart. 1831, und in Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 89.

2) Beschreibung und Abbildung davon finden sich im Gewerbeblatt für Sachsen, Jahrgang 1839, N. 51, S. 414, und in Dingler's pol. Journ. B. LXXXII. S. 161. Einen Preiscourant dieser Maschinen sehe man in Dingler's polyt. Journ. B. LXXVII. S. 73.

Digitized by Google

Theil halte die Faivre'schen Maschinen, als Maschinen mit schwingenden Cylindern betrachtet, nicht allein für die unvollkommensten und mangelhaftesten, sondern auch hinsichtlich des Umstandes, daß sie nur einfach wirkend sind, für jeden Zweck, wo eine gleichmäßige Bewegung verlangt wird, völlig unbrauchbar. Vorzüglich unpractisch scheint mir aber ihre Steurung, bei der die reibenden und stark erhitzten Metallflächen mit dem ganzen auf dem Kolben der Maschine wirkenden Drucke während ihrer Bewegung auf einander gepreßt werden. Bei meiner im September 1839 Statt gehabten Anwesenheit in Berlin sahe ich eine Faivre'sche Maschine im technischen Institute daselbst aufgestellt. Sie sollte die Kraft von 4 Pferden haben, hatte einen 8zölligen Cylinder, der Kolben wirkte nur beim Aufgange, und das Schwungrad war für eine einseitig wirkende Maschine von dieser Kraft viel zu klein und schmächtig [1]).

Für Maschinen mit niederm Drucke halte ich schwingende Cylinder weniger anpassend, als für Hochdruckmaschinen. Die vielen Pumpen dieser Maschinen finden gewiß an einem Wagebalken das einfachste, solideste und sicherste Bewegungsorgan, und jeder Versuch, bei ihnen denselben zu entfernen, ist deshalb mehr oder weniger mißlungen, wie wir dies von den Maudslay'schen sogenannten portables engines, und von der Egells'schen, zum Betrieb der Fontaine im Lustgarten in Berlin benutzten Maschine ohne Anstand behaupten können, da beide Maschinen durch das Bestreben ihrer Erbauer, den Wagebalken zu entfernen, offenbar nicht vereinfacht, sondern viel complicirter, wandelbarer und unbequemer für die Behandlung geworden sind, als wenn man ihnen diesen gelassen

---

1) Eine Maschine wie die Faivre'sche hat schon Church vorgeschlagen (vid. London Journal of arts etc. Octob. 1831. Dingler's pol. J. B. XLIII. S. 1). Später auch Burch (London Journ. März 1838, p. 352. Dingler's polyt. Journ. B. LXVIII. S. 165).

Digitized by Google

hätte. Ob Maschinen von niederm Drucke mit schwingenden Cylindern unter allen Umständen unvortheilhaft und unausführbar seien, wage ich aber dennoch nicht zu behaupten. Allerdings scheint mir eine Form derselben bei Anwendung solcher Cylinder möglich, ohne sie mit neuen complicirten und mehr oder weniger unzweckmäßigen Organen zu überladen. Dergleichen Maschinen dürften dann vorzüglich für Schiffe vortheilhaft und zu empfehlen sein. Dennoch aber würde ich mich nicht entschließen können, Zeit und Mühe der Aufsuchung einer solchen Form zu widmen. Ich bin zu sehr von dem Uebergewichte der Hochdruckmaschinen über diejenigen mit niederm Drucke durchdrungen, bin zu gewiß davon überzeugt, daß erstere nach und nach ganz die letztern verdrängen und in Vergessenheit bringen werden, um es nicht für einen Verlust an Zeit und geistiger Kraft zu halten, an ihrer Verbesserung ferner noch zu arbeiten und sich daran abzumühen.

Was die oben gerügte schnelle und ungleiche Abnutzung des Kolben, der Kolbenstange und ihrer Stopfbüchse betrifft, so hat die Erfahrung bereits darüber entschieden, daß sie bei schwingenden Cylindern von geringen Dimensionen zu unerheblich sei, um irgend eine Berücksichtigung zu verdienen, und meine Maschinen geben den Beleg, daß selbst dann, vorzüglich an der Stopfbüchse, sehr leicht und schnell Hülfe geschafft werden könne. Bei größern und gewichtigern Cylindern kann man aber durch zweckmäßige Führer, zwischen welchen man die Kolbenstange mit ihrem Verbindungsstücke für die Kurbel arbeiten läßt, sehr genügende Abhülfe verschaffen. Ob bei Maschinen, wo die Schwingungsbogen, die die Cylinder beschreiben, wie bei den meinigen, von sehr geringer Ausdehnung sind, und die Schwere der Cylinder, wie beim Pendel, der Bewegung selbst zu Hülfe kommt, wo die Stopfbüchse für die Kolbenstange die gehörige Länge hat, und hinsichtlich ihrer metallenen Leitungen für dieselbe zweckmäßig eingerichtet

Digitized by Google

iſt, überhaupt für jene Organe bei den Schwingungen zu fürchten ſei, ſelbſt wenn oben berührte Führer wegfallen, dürfte dem ſehr leicht zu beantworten ſein, der in der Dampfmaſchinenpraxis etwas gethan und Dampfmaſchinen viel unter Händen gehabt hat. Ich für mein Theil baue, wie ich in neueſter Zeit durch die That bewieſen habe, noch Dampfmaſchinen von 30 Pferdeskräften mit ſchwingenden Cylindern ohne alle leitenden Organe für die Kolbenſtange, gebe aber dann auch denſelben eine Stopfbüchſe, die mit Liederung und Metallbuchſen zuſammengenommen eine leitende Fläche von 15 Zoll Länge gewährt, und in der man nicht allein die Buchſen mit Leichtigkeit drehen und in der jedesmaligen Stellung befeſtigen, ſondern ſie auch ſehr bequem und in ſehr kurzer Zeit mit neuen verwechſeln kann. Ja ich würde unweigerlich es noch unternehmen, bei ſolchen Vorkehrungen Maſchinen von 50 bis 60 Pferdeskräften zu errichten, die aller Führer oder ſonſtiger leitenden Organe für die Kolbenſtange entbehrten, und bin völlig überzeugt, daß ſie hinſichtlich ihrer Dauerhaftigkeit mit den Maſchinen von niederm Drucke jederzeit werden in die Schranken treten können [1]).

2) Ein anderer Einwurf gegen die Anwendung oscillirender Cylinder iſt der, daß der Kolben bei ihren Schwingungen und den dadurch entſtehenden Neigungen derſelben zur Seite durch ſein Gewicht bald gegen die eine, bald

1) Ich gebe hier noch zu bedenken, ob Maſchinen mit niederm Drucke, bei denen die die Bewegung der Kolbenſtange in geradliniger Richtung erhaltenden Organe, vorzüglich das Parallelogramm, nicht ganz mathematiſch richtig zuſammengeſetzt oder erhalten werden, dem Uebelſtande des ſeitlichen Drängens der Kolbenſtange gegen ihre Stopfbüchſe, und des Kolben gegen die Seitenwände des Cylinders nicht weit mehr als die Maſchinen mit ſchwingendem Cylinder unterworfen ſein dürften? Und wie ſelten wird der Gang der Parallelogramme wohl von den Maſchinenwärtern richtig ajüſtirt und richtig erhalten, da die kleinſte Abnutzung irgend eines Lagers oder einer Buchſe daran ſchon alle Verhältniſſe deſſelben ungünſtig verändert? — Wie wenige Maſchinenwärter beſitzen überhaupt die Kenntniſſe, den Gang dieſes complicirten und künſtlichen Organs richtig zu ſtellen.

Digitized by Google

gegen die andere Wand des Cylinders sinken, und hier einen ungleichen Druck und eine ungleiche Abnutzung bewirken soll. Dieser Einwurf dürfte wieder nur bei sehr großen Cylindern, bei denen der Kolben ein bedeutendes Gewicht annimmt, und wo er mit Metallliederung, deren Federn bei ungleichem Drucke leicht nachgeben, versehen ist, gelten. Kolben mit Hanfliederung gehen durch die feste Liederung im Cylinder schon in einer zu sichern Leitung, um eines geringen Seitendruckes zu achten, auch ist die Abweichung der Kolben von der senkrechten Linie während der Schwingungen zu unbedeutend, um erwähnenswerthen Nachtheil zu bringen. Bei meinen Maschinen überschreitet diese Abweichung von der senkrechten Linie nie einen Winkel von 12 Graden. Gewöhnlich beträgt derselbe nur 11 Grad. Ich kann mich bei diesem Einwurfe wieder nicht erwehren, denselben mehr als eine bloße Anfeindung des Princips der schwingenden Cylinder, als eine durch Erfahrung begründete Thatsache anzusehen, vorzüglich wenn ich ihn aus Quellen entspringen sehe, die sich mit dem neuen Principe der Locomotiven, bei welchen man die alten längst verworfenen horizontalen Cylinder wieder hervorgeholt hat, einverstanden erklären, und in das übertriebene Lob eines Stephenson und seiner Nachbeter bewundernd mit einstimmen, in ein Lob und eine Bewunderung von Einrichtungen, die allen frühern und längern Erfahrungen Trotz bieten. Welchen Bannstrahl hat man nicht von England aus auf die horizontalliegenden Cylinder geschleudert, in welchen übertriebenen grellen Farben nicht den Nachtheil des einseitigen Druckes der Kolben solcher Cylinder auf ihre Wände geschildert, wie diejenigen angefeindet, die Maschinen mit solchen Cylindern bauten [1]). Wie scrupulös man in diesem Punkte gewe-

1) Hievon habe ich mich selbst in England überzeugt. In London herrschte bei allen Engineers nur eine Stimme gegen die Taylor- und Martineau'schen Maschinen mit horizontalen Cylindern.

Digitized by Google

sen sei, davon ist der schlagendste Beweis dieser zweite Einwurf gegen die Anwendung oscyllirender Cylinder. Der Ruf eines Stephenson hat aber alle Gründe, selbst die wissenschaftlichsten, zum Schweigen gebracht und zur Ruhe gewiesen. Ein neuer redender Beweis, wie die Welt mit dem Nimbus des Ruhms gerne alles, auch die Fehler gefeierter Namen, bedeckt, und wie schwer ein ruhmloses Talent, selbst mit preiswürdigen Ideen und Erfindungen, Anerkennung und Eingang in's Leben findet.

3) Ein dritter Einwurf ist vielleicht gewichtiger als alle übrigen, ja vielleicht der begründetste, und in so ferne kaum zurückzuweisen, als er meines Wissens in diesem Augenblicke noch alle bisherigen Maschinen mit schwingenden Cylindern trifft, und mit Recht trifft. Er bezieht sich auf die große Reibung derjenigen Zapfen, worauf die oscyllirenden Cylinder schwingen, eine Reibung, die größer ist, als mancher Maschinenbauer vielleicht vermuthet, und die aus dem Umstande erwächst, daß die in den Cylindern wirkenden Dämpfe durch diese Zapfen hin und zurück geleitet werden, und diese, vorzüglich dann, wenn sie von höherm Drucke sind, auf einen Grad erhitzen, wo Metalle schon sehr fest an einander hängen, schwer über einander weggleiten, und deshalb eine große Abnutzung erleiden. Um das ganze Gewicht dieses Einwurfes zu fühlen, will ich nur an einen messingenen Hahn erinnern, der in der Kälte oft mit der größten Leichtigkeit in seiner Hülse bewegt werden kann, während er bei der Hitze eines achtatmosphärischen Dampfes so fest in dieser steckt, daß kaum eine Gewalt ihn zu drehen vermag. Möge man daraus, daß ich auf diese gerechte Rüge ein so großes Gewicht lege, aber nicht den Schluß ziehen, als überlasse ich jetzt endlich doch den Triumph den Feinden der schwingenden Cylinder, die hier denselben den empfindlichsten Stoß zu geben und dadurch ihre Sache für immer abzuthun wähnen. Im Gegentheil, ich lasse ihm aus dem Grunde um so mehr Gerechtigkeit wiederfahren, als ich durch seine An-

Digitized by Google

erkennung die zweckmäßige Einrichtung meiner Dampfmaschinen, die auch diesen Makel von den schwingenden Cylindern entfernen, um so greller vor Augen führe. Unbegreiflich ist es für mich immer gewesen, daß die von mir zu diesem Zwecke angewandte Maaßregel, die, wie sich Jeder später überzeugen wird, eine so vollkommen genugthuende Abhülfe verschafft, noch nicht eher versucht und angewandt ist, da doch ihr Princip so nahe bei der Hand liegt, und so einfach in seiner Ausführung ist. Vielleicht würde dasselbe aber auch schon früher in Anwendung gekommen sein, wenn man immer so lebhaft von jenem Makel überzeugt gewesen wäre, als ich. Aber im Allgemeinen scheint man mir über diesen Punkt eben so leicht hinweggeeilt zu sein, als über manche andere Mängel, von denen die Reibung der Kolben mit Metallliederung zunächst zur Hand liegen dürfte. Man begnügte sich, die Reibung zwischen Metallflächen in der Kälte zu messen, und schloß von einer solchen auf die weit größere, in höhern Temperaturen eintretende, mit großer Uebereilung, ohne Versuche und Beobachtungen zu Hülfe zu nehmen. Auf diese Weise sind die unerhörten Mißgriffe erklärbar, die in neuester Zeit in diesem Punkte gemacht wurden [1]). Nach meinen Erfahrungen nimmt aber die Reibung zwischen Metallen in höhern Temperaturen, vorzüglich bei solchen Flächen, worauf ein ansehnlicher Druck wirkt, auf eine sehr beunruhigende Weise zu. Ich habe mich sogar überzeugt, daß sie selbst durch reichliche Anwendung von

---

1) Ericson's bekannte caloric maschine (vid. Mechan. Magazine, N. 535, pag. 82. Dingler's polyt. Journ. B. LI. S. 81) scheint mir aus dem alleinigen Grunde verunglückt zu sein, daß der Werkcylinder den hohen Grad der Hitze nicht ertragen konnte, den er bei seinem Betriebe durch die stark erhitzte atmosphärische Luft erleiden mußte. Das Princip dieser Maschine war zwar nicht neu, sondern schon früher von Niepce und Cagniard Latour (vid. Jahrbücher des polytechn. Institutes in Wien, B. 1. S. 137 seq.) angeregt, aber Ericson hatte durch die Vorwärmung der zum Werkcylinder strömenden kalten Luft vermittelst der aus demselben abziehenden

Schmiermitteln wenig vermindert werde, und bin daher immer geneigt, in allen Fällen, wo sie sich irgend vermeiden läßt, sie möglichst zu umgehen. Leider kann diese Reibung bei Dampfmaschinen oft nicht ganz vermieden werden, vorzüglich wenn andere Vorrichtungen diejenigen auf keine Weise ersetzen, die diese Reibung erzeugen. Man muß solche Vorrichtungen dann aber immer nur als nothwendige Uebel betrachten, die uns unabläßig auffordern, Abhülfe zu verschaffen, wo diese ohne anderweitige große Opfer bewerkstelligt werden kann, um so an den Dampfmaschinen die Anzahl derjenigen Apparate, die noch in einem unvortheilhaften Lichte stehen, immer mehr zu verringern. Daß bei den Zapfen der schwingenden Cylinder und der bisher üblichen Maaßregel, die Dämpfe durch sie zu leiten, eine genügende Abhülfe nothwendiger als irgendwo sei, davon wird jeden Practiker der große Druck überzeugen, womit die Flächen derselben beim Gange der Maschine auf einander gepreßt werden, und der für jeden Zapfen die Hälfte der ganzen Kraft der Maschine beträgt.

4) Noch ein Einwurf, der den schwingenden Cylindern gemacht wird, ist endlich der, daß ihre Hin- und Herbewegung, sowohl in Absicht auf die Zeit und Geschwindigkeit der einzelnen Schwingungen, als in Rücksicht auf die Kraftäußerung der Maschine, sehr ungleichmäßig sei, weil ihre Schwingungsachsen von der Achse der Kurbelwelle zu wenig entfernt lägen. Trifft nun gleich solcher Vorwurf auch diejenigen schwingenden Cylinder, deren Schwin-

---

heißen die interessante Aufgabe gelöset, einen großen Theil der Hitze in der Maschine festzuhalten, und immer von Neuem wirksam zu machen. Es ist sehr zu bedauern, daß diese Maschine und ihr Princip wieder so ganz in Vergessenheit gekommen sind. Vielleicht daß Herr Ericson die aus der zu starken Erhitzung des Werkcylinders erwachsene Schwierigkeit gehoben hätte, wenn er denselben so eingerichtet haben würde, als ihn Cayley (vid. Repertory of Patent-Inventions, Jan. 1838, S. 21 — Dingler's polyt. Journ. B. LXVIII. S. 5 u. 6) vorschlägt, dessen Einrichtung mir wirklich viele Beachtung zu verdienen scheint.

Digitized by Google

gungsachsen in der Mitte des Cylinderkörpers angebracht sind, und deren Kolbenstange nur durch ein kurzes Glied unmittelbar mit der Kurbelwarze in Verbindung steht, so frage ich: wer zwingt den Maschinenbauer, eine so unzweckmäßige Einrichtung zu wählen, und so in die Fußtapfen eines Neville[1]), Gurney, Cavé ꝛc. zu treten? Bleibt ihm nicht Freiheit genug, diesem Vorwurfe durch eine zweckmäßigere Form der zu bauenden Maschine und eine bessere Aufhängungsmethode für die Cylinder aus dem Wege zu gehen? Sind etwa noch keine Methoden bekannt, die diesen Vorwurf vollkommen beseitigen? — Und welches Hinderniß dürfte er bei einer zweckmäßigen Wahl zu fürchten haben? Wie man bei den gewöhnlichen Bläuelstangen der Dampfmaschinen es für nützlich und nothwendig erkannt hat, ihre Länge nie unter die der doppelten Hubhöhe des Kolben sinken zu lassen, wie durch ein leichtes Rechenexempel zu beweisen ist, daß bei längern Bläuelstangen die wirksame Kraft des Kolben weniger durch Zerlegung geschwächt wird, so sollte man billig bei den schwingenden Cylindern auch die Regel festhalten, ihren Aufhängungspunkt der Kurbelachse entfernter zu legen, als es bisher, vorzüglich von den oben angeführten Künstlern, geschehen ist, da ein schwingender Cylinder diese Bläuelstange der alten Maschinen in jeder Hinsicht vertritt. Wie Männer, denen die gehörige Einsicht in diesen Gegenstand gewiß nicht gefehlt hat, dennoch gegen so einfache Regeln anstoßen, so große Fehler begehen konnten, ist schwer zu begreifen, zumal da hier die Wahrheit näher als irgendwo liegt. Haben sie dadurch gegen das Princip der schwingenden Cylinder nicht einen unverdienten Vorwurf erweckt, und diesem den Stempel der Wahrheit und Gerechtigkeit aufgedrückt? haben sie ihm dadurch nicht of-

1) Neville's Cylinder waren noch unzweckmäßiger aufgehängt. Sie schwangen um ihren obern Theil, so daß ihre Schwingungszapfen gleich unter dem obern Deckel lagen. Hievon habe ich mich in London selbst überzeugt.

Digitized by Google

fenbar Feinde erweckt, und diesen einen Vorwand zu seiner unverdienten Verunglimpfung in die Hände gegeben? —

Zur bessern Beurtheilung und Widerlegung des hier zu bekämpfenden Einwurfes wird es vielleicht nicht überflüssig erscheinen, in die Sache selbst etwas mehr einzugehen, und der Quelle der gerügten Ungleichheit der Schwingungen etwas mehr nachzuspüren. Um mich hier deutlich auszusprechen und Jedem recht verständlich zu werden, will ich Fig. 1 auf Tab. IV zur nähern Ansicht und Prüfung empfehlen. In derselben ist a der Mittelpunkt des Kreises b, den die Kurbel einer Dampfmaschine beschreibt, c der Schwingungsmittelpunkt eines der eben genannten fehlerhaft aufgehängten schwingenden Cylinder. d und e bezeichnen die Stellungen seiner Achse in der weitesten Entfernung vom sogenannten todten Punkte, die Linie f seine Stellungen in diesen todten Punkten, wo natürlich beide in einer einzigen Linie zusammenfallen müssen. Die Linien e und d werden Tangenten des Kreises b bilden müssen. Sie berühren nämlich in den Punkten g und h den Kreis b. Vergleicht man in dieser Figur die Abweichungen des Cylinders von f in den Linien d und e, und den durch diese Linien eingeschlossenen, bei i gebildeten, und zu dem Schwingungsbogen k gehörigen Winkel, so wird man diesen Winkel k viel größer finden, als den bei l bezeichneten, obgleich der Schwingungsbogen des letztern (m) an Länge wenig von dem durch k angedeuteten abweicht. In dieser letzten Figur ist nämlich der Schwingungsmittelpunkt n des Cylinders bedeutend weiter von dem Mittelpunkte a entfernt worden. Die Linie f (und zwar von a bis c gerechnet) würde, wenn in beiden Figuren eine Bläuelstange wirksam gedacht werden sollte, eine solche vorstellen. Ein leichter Hinblick wird sogleich auf den großen Längenunterschied zwischen ac und an aufmerksam machen, und die günstigern Verhältnisse der längern Linie in Absicht auf die Kurbel und den Winkel i zeigen. Untersucht man die Bogen hbg und hog

Digitized by Google

und pbq und poq, d. h. den obern und untern Theil der Kreislinie zwiſchen h und g und p und q, ſo wird man ſich ſogleich überzeugen, daß in beiden der obere Theil viel kleiner als der untere, und zwar hbg noch kleiner als pbg ſei. Rechnet man nun, daß die Kurbel den Kreis in völlig gleichmäßiger Bewegung durchläuft, d. h. in gleichen Zeiten immer gleiche Theile der Kreislinie zurücklegt, daß der Cylinder von h nach g, und p nach q, eine Hin- und von g unten herum nach h, und q nach p, eine Herſchwingung macht, ſo werden ſich die Zeitabſchnitte, in welchen beide Schwingungen geſchehen, wie die Bogen hbg zu hog, und pbq zu poq verhalten, folglich die Schwingungen von h nach g, und p nach q oben herum gerechnet ſchneller, als diejenigen von g nach h, und q nach p zurück erfolgen müſſen. Wie viel Vortheil in Abſicht auf dieſe Ungleichheit der Schwingungen auf Seiten der durch hgn auszudrückenden Anordnung liege, und wieviel weniger deshalb obiger Einwurf dieſe Anordnung treffe, als die durch hcg zu bezeichnende, iſt vollkommen einleuchtend. Stellen ferner die Punkte g und h in beiden Figuren diejenigen Punkte dar, in welchen der Kolben in der größten Wirkung auf die Kurbel begriffen iſt, ſo folgt, daß auch dieſe Momente auf eben ſo ungleiche Zeiträume vertheilt ſind, als die einzelnen Schwingungen der Maſchine, daß folglich auch hier der Vorwurf einer Ungleichmäßigkeit in der Wirkung um ſo mehr Gewicht bei der durch hcg angedeuteten Anordnung gewinne. Hieraus geht aber wieder hervor, daß die Ungleichheit, ſowohl in der Wirkung, als in den Schwingungen, immer mehr abnehmen müſſe, je weiter der Punkt c von a entfernt wird. Man vergleiche dieſes Reſultat mit den an den Bläuelſtangen von verſchiedener Länge beobachteten Erſcheinungen, ſo wird man, in ſo ferne die Linien ch und nh eine Bläuelſtange füglich repräſentiren können, die Gleichheit der Ergebniſſe nicht verkennen, zugleich aber auch bewahrheitet finden, daß der Vorwurf, den man hier den

Digitized by Google

schwingenden Cylindern macht, auch jede Bläuelstange einer Dampfmaschine treffe, daß folglich der Fehler eben so wenig in dem Principe der schwingenden Cylinder, als in dem einer Bläuelstange zu suchen, vielmehr nur in der unrichtigen Anordnung und Benutzung beider begründet sei.

Was bliebe nun nach diesen Betrachtungen an den angeführten Einwürfen gegen die schwingenden Cylinder Erhebliches, Nennenswerthes? — Sollten wir uns auch diesmal nicht wieder zu dem offenen Geständnisse gedrungen fühlen, daß die bisherige Kurzsichtigkeit der Maschinenbauer allein verbrochen habe, was man dem Principe vorwirft, daß wieder vorschnell über eine wichtige Angelegenheit der Stab gebrochen sei, vielleicht weil sie nicht aus dem Gehirne eines Watt, Murray, Woolf, Stephenson ꝛc. hervorging? — Wann wird man doch aufhören, eine Erfindung erst nach dem Geschrei und nach der Firma, von der sie ausging, zu beurtheilen? —

Vielleicht dürfte es hier am rechten Orte sein, wenn ich jetzt sogleich nach Erwägung und Prüfung der Einwürfe gegen die Anwendung der schwingenden Cylinder die Vortheile derselben an den Dampfmaschinen vor Augen zu legen mich bemühte. Vielleicht daß jetzt grade das Interesse dafür am meisten angeregt und gesteigert wäre, und daß ihr wohlverdientes Lob in diesem Augenblicke am ersten ein gutes Gehör und eine gute Aufnahme fände.

Ich rechne zu den Vortheilen derselben (immer mit besonderer Beziehung auf Hochdruckmaschinen) vorzüglich folgende:

1) Die schwingenden Cylinder erheben die Einfachheit der Dampfmaschinen, vorzüglich der Hochdruckmaschinen, auf einen sehr hohen Gipfel. Gegen unzählige künstliche Apparate, gegen den großen und schweren Wagebalken, das mit 18 bis 20 künstlichen Gelenken versehene Parallelogram, gegen die kolossale Bläuelstange, legt ein schwingender Cylinder nichts in die Wagschale, als 2 Schwingungszapfen und die dazu gehörigen Lager, und ein Verbindungsstück zwischen Kolbenstange und Kurbelwarze, kaum den dreißigsten Theil jener Apparate. Eine Dampfma-

Digitized by Google

schine mit schwingendem Cylinder besteht außer dem Gestelle, was nur 2 Lager für die Schwingungszapfen aufnimmt, eigentlich aus nichts weiter, als dem Cylinder, der Kurbel und dem Schwungrade, zwischen welchen Theilen bei den Maschinen mit niederm Drucke, grade die künstlichsten, schwierigsten, gewichtigsten und theuersten Apparate der ganzen Dampfmaschine liegen. Von allen denjenigen künstlichen Theilen, die die gradlinigte Bewegung des Kolben in eine Kreisbewegung verwandeln, ist nichts vorhanden, als allein die Kurbel, die von der Kolbenstange unmittelbar in Umtrieb gesetzt wird. Kann etwas Einfacheres, Solideres und sicherer Wirkendes gedacht werden? — Der Cylinder ist gleich Bläuelstange, seine Schwingungszapfen sind die obern Gelenke derselben, durch sein Hin- und Herschwingen ist die Bewegung der Steurungsapparate, ohne alles Excentricum, ohne alle Zugstangen und Gelenke, fast ohne alle Zwischenapparate beschickt, und solche Vorrichtung zerstiebt nicht sogleich alle bisherigen Wagebalken, Parallelograms, und wie die künstlichen Apparate alle heißen, in ein Nichts? — Solche Erfindung wird nicht allenthalben mit offenen Armen empfangen? — Aber in dieser völligen Umwälzung, die sie bewirkt, liegt grade der Keim ihrer feindseligen Aufnahme. So viele, ein Jahrhundert bewunderte und angestaunte Apparate sollen ehrerbietig vor ihr weichen und ihr ihren Platz einräumen, von so viel hochberühmten Männern soll es mit einem Male heißen: sie sind übertroffen. Dagegen sträubt sich unser verschrobenes Zeitalter, die Kleinlichkeit, Befangenheit, der Egoismus und der Neid, die Wuchersucht und der Schlendrian unserer Maschinenbauer, die allgemein herrschende Krankheit, den eigentlichen Zweck bei Nebendingen aus den Augen zu verlieren, die Hauptsache zur Nebensache und die Nebensache zur Hauptsache zu machen, die in allen Fächern unseres menschlichen Wissens und Treibens wüthet, den Keim des Guten erstickt, das Aufgesprossene vernichtet, und die Stimme der Wohl-

Digitized by Google

meinenden und Vernünftigen überlärmt, und nutzlos verhallen macht.

2) Die Dampfmaschinen mit schwingenden Cylindern erfordern, weil sie einfacher sind, weniger Mühe, Anstrengung und Zeit bei ihrer Anfertigung, und man kommt beim Baue derselben mit kleinern, weniger vollkommen eingerichteten Werkstätten aus; hat nicht so viele Auslagen und Unkosten, und bedarf wenigerer Modelle. An meinen Maschinen ist, wie man in der Folge sehen wird, alle Arbeit so viel möglich in Dreharbeit, der am wenigsten zeitraubenden und kostspieligen, verwandelt; man hat es mit fast gar keinen großen und colossalen Theilen zu thun, und wo solche sich finden, sind sie größtentheils so gut als vollendet zu betrachten, wenn sie aus der Gießerei kommen. Dies gilt namentlich von den größern Theilen des Gestelles, den Platten und Säulen desselben.

3) Dampfmaschinen mit schwingenden Cylindern haben ferner eine viel compendiösere, compactere Form, und nehmen einen sehr geringen Raum ein. Man wird diesen Vortheil später bei Betrachtung der Abbildungen meiner Maschinen recht inne werden. Dadurch, daß ihr Cylinder der Kurbel so nahe rückt, wird ihr ganzer Bau mehr zusammengedrängt, und aus diesem Grunde eignet sich ihre Form ganz besonders zu Schiffsmaschinen, bei deren Anlage es immer sehr an Raum, vorzüglich in der Höhe, fehlt, indem das Schiffsdeck die Grenze für diese Höhe bildet, und man selbiges nicht gerne durchbricht, vorzüglich bei Schiffen nicht, die die hohe See halten müssen und oft von Sturzwellen beläſtigt werden.

4) Die Maschinen mit schwingenden Cylindern gehen weniger in's Gewicht, als solche von gewöhnlicher Einrichtung. Dies folgt theils aus der geringern Zahl, theils aus dem geringern Umfange ihrer einzelnen Theile. Ihrer Einfachheit, ihrer compendiösen Form, ihrer leichtern Anfertigung und ihres geringern Gewichtes wegen sind sie

Digitized by Google

5) auch leichter transportabel, als die gewöhnlichen Maschinen [1]), imgleichen

6) weit wohlfeiler als diese; ein Umstand, der von fast allen Bauherren immer sehr in Berücksichtigung genommen wird, und der für jedes Geschäft, wobei Dampfmaschinen nöthig sind, allerdings auch von großer Wichtigkeit ist, zumal da bei ihrer Anlage außer den Anschaffungskosten später noch die Erhaltungskosten und die der Feurung in Betracht kommen. Eine genaue Prüfung meines später angeführten Preiscourantes wird die Wohlfeilheit meiner Maschinen bestätigen.

7) Dampfmaschinen mit schwingenden Cylindern sind ferner viel einfacher zu behandeln, erfordern weniger Aufsicht, Pflege und Wartung, auch geringere Kenntnisse von Seiten der Maschinenwärter. An denselben sind nur sehr einfache Apparate zu beobachten, zu stellen, zu ajüstiren, zu schmieren und zu putzen. Ihre Construction gründet sich auf keine künstliche, für gewöhnliche Maschinenwärter unfaßliche Berechnungen. Der Zusammenhang und das Ineinandergreifen und Wirken ihrer einzelnen Theile, die Combination ihrer Bewegungen und ihre Abhängigkeit von einander liegt so klar vor, ist so leicht durchschaut und begriffen, daß jeder, auch weniger fähige Kopf sie schnell auffassen wird. Ich wende in den meisten Fällen zur Bedienung meiner Dampfmaschinen nur gewöhnliche Arbeitsleute oder Handwerker an, und werde durch sie zufrieden gestellt [2]). Bei den gewöhnlichen Maschinen mit niederm Drucke dürfte dies nicht wohl möglich sein. Welche Ge-

---

1) Die in Güstrow in den Werkstätten arbeitende, und von mir erbaute Dampfmaschine ist, mit Ausnahme des Kessels und des Schwungrades, von 2 Männern tragbar, obgleich sie die Kraft von 3 Pferden hat, und oft mit 4½ Pferdeskräften arbeiten muß.

2) Bei dem jetzigen Stande der Gewerbsthätigkeit in Mecklenburg hält es auch sehr schwer, ist in den meisten Fällen fast unmöglich, geschickte und kenntnißreiche Maschinenmeister zu gewinnen. Dies ist mit Rücksicht auf den Uebelstand, daß es zugleich hier nur so zu sagen eine einzige Maschinen-

Digitized by Google

nauigkeit und Sachkenntniß wird bei ihnen nicht allein schon verlangt, das Parallelogram am Wagebalken gehörig im Stande zu erhalten, und stets richtig zu ajüstiren. Das einseitige Ausschleifen eines einzigen Gelenkes desselben verrückt alle Verhältnisse seiner einzelnen Theile gegen einander, hebt alle richtige Wirkung desselben auf, da jeder Theil mit mathematischer Genauigkeit mit den übrigen combinirt, hinsichtlich seiner Construction ausgeführt, und mit eben so großer Accurateſſe und mit Anwendung mathematischer Kenntnisse (strenge genommen) in seiner gesetzlichen Stellung zu erhalten ist.

8) Die schwingenden Cylinder verursachen weit weniger Reibung, als die bisherigen Apparate zur Fortpflanzung der Kolbenbewegung auf die Kurbel. Die Schwingungszapfen sind hier die einzigen sich reibenden Theile, und erleiden zusammen nur die Hälfte des Druckes der Wagebalkenzapfen, an denen Kraft und Last immer zugleich wirkt. Aber auch an den Steurungsapparaten ist wegen Mangels aller der complicirten Vorrichtungen gewöhnlicher Maschinen die Reibung in so ferne sehr vermindert, als sie gewöhnlich nur an 4 verhältnißmäßig unbedeutenden Charnieren fühlbar wird.

9) Wegen der geringern Anzahl der reibenden Punkte wird bei den schwingenden Cylindern aber auch weit weniger Schmiere verbraucht. Da bei meinen gewöhnlichen Maschinen diese höchstens nur an 8 Punkten angewandt wird, und manche dieser Punkte nur sehr kleine Reibungsflächen haben, so ist vorausgesetzt, daß mit gehöriger Sparsamkeit

---

bauanstalt, d. h. die meinige, giebt, wo Dampfmaschinen mit Sachkenntniß gebaut werden, und von der Dampfmaschinenbesitzer in Fällen der Noth gründliche Hülfe erwarten können. Der Umstand, daß meine hier in Mecklenburg angelegten Hochdruckmaschinen, die alle, bis auf eine einzige, nur von gewöhnlichen Tagelöhnern bedient werden, dennoch so schöne Resultate geben, und so lange in einem guten Zustande sich erhalten, dürfte wohl der redendste Beweis für ihre gute, tüchtige, einfache und dauerhafte Construction sein, und dem Principe der Hochdruckmaschinen ein wohl verdientes Lob reden.

Digitized by Google

und mit Einsicht das Geschäft des Schmierens besorgt wird, der tägliche Bedarf an Oel für eine Maschine von 10 Pferdeskräften kaum ein großer Eßlöffel voll.

10) Wegen der großen Einfachheit sind Maschinen mit schwingenden Cylindern, mit gehöriger Sachkenntniß angelegt, auch weit wenigeren Reparaturen unterworfen, als die gewöhnlichen Maschinen mit feststehenden Cylindern. Wer später meine Maschinen einer gehörigen Ansicht und Prüfung unterwerfen will, wird dies bestätigt finden, ohne daß ich erst weitläuftig auf die Gründe dieser meiner Behauptung eingehe. Wo wenig Reibung ist, ist wenig Abnutzung. Dieser alte Spruch giebt dabei den Schlüssel in die Hand.

11) Die Stellungen der Haupttheile der Maschinen mit schwingenden Cylindern sind von der Art, daß, wenn sie fehlerhaft werden, die Fehler eher bemerkt und berichtigt werden können. Ich habe hier vorzüglich die Stellung der Drehachse des Cylinders gegen die der Kurbel und ihrer Welle im Auge. Um den nothwendigen vollkommenen Parallelismus derselben immer genau erhalten zu können, selbst wenn die Schwingungszapfen und Schwungradwellenlager sich ungleich auslaufen sollten, habe ich in meiner Maschine diese Lager verstellbar eingerichtet. Jeder, der mit gewöhnlichen Balanciermaschinen umgegangen ist, weiß, wie schwer an denselben wegen der vielen Zwischenapparate zwischen Cylinder und Kurbel dieser Zweck zu erreichen ist, und an wie vielen Stellen bei etwaig entstandenen Unrichtigkeiten berichtigt werden muß. Schon oben habe ich erinnert, welche Kenntnisse und welche mathematische Genauigkeit dabei erforderlich sind. An meinen Maschinen kann das Ajüstiren der oben bemerkten Theile nach gewissen sehr einfachen Merkmalen, die jeder Zimmermann kennt und zu benutzen versteht, beschickt werden. Uebrigens dürften an denselben diese Theile auch die einzigen sein, die zuweilen in ihrer Stellung gegen einander nachgesehn und berichtigt zu werden brauchen.

Digitized by Google

12) Die Kolbenstangen bedürfen bei der Anwendung schwingender Cylinder keiner besondern Führung. Ihre Stopfbüchse reicht, wenn sie diesem Zwecke gemäß construirt ist, vollkommen hin, diese Leitung zu besorgen. Nur bei größern Maschinen mit gewichtigern Cylindern dürften, wie ich früher schon gezeigt habe, Führer anzuempfehlen sein, denen dann aber eine so einfache Construction gegeben werden kann, daß sie kaum als eine Zugabe zu den Cylindern betrachtet werden können. In der Folge werde ich bei Beschreibung meiner Maschine eine zweckmäßige Construction dieser Führer anzugeben Gelegenheit finden. Sehr vielfältig habe ich mich überzeugt, daß das so viel gerügte seitliche Drängen der Kolbenstange viel geringer sei, als man gewöhnlich annimmt, auch ist von mir ihre und der Stopfbüchse seitliche Abnutzung äußerst unbedeutend gefunden worden. Gewiß ist anzunehmen, daß bei den Balanciermaschinen dieses Drängen oft viel bedeutender sei, wenn die parallele Bewegung und die Aufhängung der Wagebalken nicht in mathematischer Genauigkeit erhalten werden. Und wo dürfte man dies erwarten können, vorzüglich in Ländern, wo man mit einer geregelten Bedienung der Dampfmaschinen noch nicht vertraut ist, und die dabei nöthigen Kenntnisse und die gehörige Ausdauer und Geduld nicht besitzt?! — Auf jeden Fall sollten in den Stopfbüchsen für die Kolbenstangen schwingender Cylinder drehbare oder ajüstirbare Futter nie fehlen. Man dreht sie, wenn sie in einer Stellung oval ausgeschliffen sind, um einen Viertelkreis und stellt sie durch Stellschrauben fest. Sie bieten dann andere neue, noch nicht angegriffene Flächen dar, und können leicht mit andern neuen und vorräthig gehaltenen vertauscht werden, wenn sie sich endlich zu stark abnutzen. Ich bin mit einem drehbaren Futter bei fortwährender Arbeit der Maschine gegen 3 Jahre ausgekommen. Ein neues verursacht so unbedeutende Kosten, daß diese gar keine Erwähnung verdienen. Es ist mit dem alten in sehr kurzer Zeit ausgewechselt.

Digitized by Google

13) Bei den schwingenden Cylindern wirkt die Kraft des Kolben immer in vollkommen gradlinigter Richtung unmittelbar auf die Kurbel, ohne eine Zerlegung und damit verbundene Minderung zu erleiden. Dies verhält sich nicht so bei den gewöhnlichen Dampfmaschinen mit feststehenden Cylindern. Bei ihnen ist immer ein Zwischenapparat, die Bläuelstange, nöthig. Sie überträgt aber die gradlinigte Bewegung der Kolbenstange auf die, in jedem Augenblicke von dieser Richtung abweichende der Kurbelwarze in der Art, daß sie in den meisten Stellungen derselben einen mehr oder weniger unvortheilhaften Winkel mit der Kolbenstange bildet, folglich die Bewegung dieser in einer schiefen Richtung fortpflanzt, wobei ein nicht unbedeutender Theil der Kraft verschlungen wird. Der dadurch entstehende Kraftverlust wird, wie bekannt, um so größer, je kürzer die Bläuelstange ist, und je mehr sie bei ihrer Wirkung von der Richtung der Bewegung der Kolbenstange abweicht. Bei den schwingenden Cylindern folgt die, in der Längsaxe des Cylinders arbeitende, Kolbenstange, wegen ihrer unmittelbaren Verbindung mit der Kurbel, jeder Bewegung derselben auf das vollkommenste. Die Kraft arbeitet immer genau in der Richtung der jedesmaligen Stellung der Kurbelwarze, und wirkt so ungetrübt mit ihrem ganzen Drucke auf dieselbe ein. Zuletzt endlich findet

14) die Bewegung der Kurbel durch die schwingenden Cylinder auf eine sehr sichere, nie wankende, unwandelbare Weise Statt, die der ganzen Wirkung der Maschine einen höchst soliden und großartigen Charakter giebt, abgesehen davon, daß sie auf das Auge einen sehr angenehmen Eindruck macht, und dem nach Einfachheit und Solidität strebenden Mechaniker eine außerordentliche Befriedigung gewährt. Schwingende Cylinder gestatten, der Maschine eine dauerhaftere, compendiösere, schöne, edlere und würdevollere Form zu geben, als bei irgend einer, nach einem andern Principe gebauten, Dampfmaschine möglich ist. Immer hat es mich unangenehm berührt, Maschinen, die jetzt so

Digitized by Google

ernst in das menschliche Leben eingreifen, einen so edlen Charakter haben, so Großartiges leisten, in leichtfertiger Hülle stehen und wirken zu sehen. Auch in ihrem Aeußern muß sich ihre hohe wichtige Bedeutung für den Menschen und sein Wirken ausdrücken. Dieser muß mit Ehrfurcht und Erstaunen ein Kleinod betrachten, durch das der Schöpfer den ersten Fluch: Du sollst im Schweiße Deines Angesichtes Dein Brot essen, huldreich gemildert zu haben scheint. Sein Anblick muß eben so sehr seine Dankbarkeit gegen den Schöpfer rege machen, als ihn auffordern, die großen und hehren Mittel, die dieser ihm zur Erleichterung der Last und Mühe des Lebens in die Hand giebt, zweckmäßig zu gebrauchen.

Nachdem ich das Princip der schwingenden Cylinder in Absicht auf die schwierigste, beim Baue einer Dampfmaschine vorkommende, Aufgabe, die gradlinigte Bewegung ihrer Kolbenstange auf möglichst einfache und kunstlose Weise in eine Kreisbewegung zu verwandeln, gehörig zu würdigen, festzustellen und zu Ehren zu bringen versucht habe, will ich zu den einzelnen Theilen der eigentlichen Maschine übergehen, und meine Ansichten, vorzüglich in Bezug auf Hochdruckmaschinen, im Allgemeinen darüber aussprechen.

a) Dampfcylinder.

Dampfcylinder werden gewöhnlich von Gußeisen, seltener von Glockenmetall oder Bronce, und noch seltener von geschmiedetem Eisen gebaut. Broncene Cylinder sind, obgleich theurer, den gußeisernen bedeutend vorzuziehen, vorzüglich in dem Falle, daß eine Dampfmaschine nicht alle Tage in unausgesetzter Thätigkeit sich befindet, sondern zuweilen längere Pausen macht. Glockenmetall ist dem Rosten nämlich nicht unterworfen, und leidet beim Stillstande der Maschine durch die in derselben herrschende Feuchtigkeit nicht in dem Maaße als Gußeisen. Dies ist vorzüglich in Absicht auf die Kolben wichtig, vor allem dann, wenn ihre Liederung aus Hanfflechten besteht. Solche Liederungen halten nämlich lange Feuchtigkeit an sich, und werden durch entstehenden Rost im Cylinder sehr nachtheilig

Digitized by Google

angegriffen. Der Rost macht die Hanfflechten nämlich hart und steif, indem er sich mechanisch darin einnistet und festsetzt, und verursacht auf diese Weise eine schädliche Reibung für die Cylinderwände. Zugleich aber zerstört er bei längerer Einwirkung auf den Hanf auch die einzelnen Fasern desselben, macht sie mürbe, brüchig und zerreibbar, so daß sie sich vom Kolben lösen, sich allmählig verschmieren, und so durch die ausblasenden Dämpfe aus dem Cylinder herausgestoßen werden.

Die einzige Schattenseite broncener Cylinder ist die, daß sie sich in höheren Temperaturen mehr abnutzen als die gußeisernen, vorzüglich wenn das Gußeisen von härterer Gattung ist. Bronce widersteht der Reibung lange nicht so gut als Gußeisen, es wird daher nöthig, nach dem Gebrauche von einigen Jahren einen broncenen Cylinder immer wieder neu auszuschleifen oder auszureiben, was indessen ein Act ist, der mit sehr geringen Mitteln bestritten, und in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden kann. Dafür bedarf ein broncener Cylinder aber auch lange nicht so vieler Schmiere als ein eiserner, indem er weniger Reibung giebt, und glätter und schlüpfriger wird. Die Bronce hat eine eigene fettige Oberfläche, weshalb auch Feilen schlecht auf sie angreifen, und man bei ihrer Bearbeitung mit denselben immer die Empfindung hat, als sei Fett an die Feile gekommen, oder als sei sie stumpf und glatt.

Ist es irgend möglich, so lasse man keinen Seitencanal in dasjenige Ende des Dampfcylinders eintreten, an welchem man den Kolben, wenn er frisch geliedert werden soll, herausnimmt und wieder einsetzt. Die scharfen Ränder dieses Canals streifen die Liederung nach ihrer Erneuerung gleich sehr unsanft, und verletzen sie häufig schon, bevor noch der Kolben gearbeitet hat. Sehr zu rathen ist auch, zur Erleichterung des Einsetzens des neu geliederten Kolbens, den Cylinder an dem genannten Ende auf $\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe herunter etwas konisch ausdrehen zu lassen. Daß man denjenigen Vorsprung des Cylinderdeckels, der in diese konische Erweiterung hineinpassen soll, nach der Form derselben zu accomodiren habe, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Digitized by Google

Die Deckel der Cylinder müssen, vorzüglich bei Hochdruckmaschinen, gehörig stark von Metall ausgeführt werden. Zur Sicherung ihrer Stellung gegen den Cylinder giebt man ihnen eigene Vorsprünge, womit sie in die Enden desselben eintreten. Diese Vorsprünge tragen zugleich zur Verstärkung der Deckel bei, auch füllen sie sehr zweckmäßig die schädlichen Räume aus, die bei Einmündung von Seitencanälen in den Cylinder dadurch entstehn, daß der Kolben die Oeffnungen derselben nicht überschreiten darf, wenn er nicht, wie ich vorhin bemerkt habe, Gefahr für seine Liederung laufen soll. Um diese schädlichen Räume um so sicherer auszufüllen, läßt man die Vorsprünge ganz über die Mündung der Seitenkanäle wegtreten, und versieht sie bei denselben mit passenden Ausschnitten. Diese Ausschnitte verhüten, daß die Canäle geschlossen werden. Läßt man die Vorsprünge etwas konisch in den Cylinder eintreten, und dreht die Enden des Cylinders dem gemäß aus, so kann man sehr leicht durch Einschmirgelung dieser Theile unter einander einen dampfdichten Schluß der Deckel an die Cylinder erzielen [1]).

Die Stopfbüchsen für die Kolbenstangen schwingender Cylinder müssen eine bedeutende Länge oder Höhe haben, und dies nicht so sehr, um eine recht hohe Liederung aufnehmen zu können, denn deren bedarf es gerade nicht immer, sondern um recht viel Metall über und unter der Liederung zum Zwecke der Leitung der Kolbenstange wirksam zu machen; auch ist sehr zu beachten, daß beim tiefsten Stande des Kolben am untern Deckel des Cylinders die Entfernung seines obern Randes von dem äußersten untern Ende der Stopfbüchse nicht zu geringe sei, sondern zum Cylinderdurchmesser sich wenigstens wie 1,5 zu 1 verhalte, damit der Kolben mit seiner Stange Leitung genug habe, und bei den Einwirkungen der Kurbel auf seine Stange keine Neigung gewinne, sich (wie man gewöhnlich spricht) im Cylinder zu ecken, und so sich mehr gegen die eine oder andere Seite des Cylinders zu setzen. Hievon würde nämlich die un-

1) An den Nordamerikanischen Locomotiven von Norris sollen die Cylinderdeckel auf diese Weise mit den Cylindern dampfdicht verbunden sein.

Digitized by Google

ausbleibliche Folge sein, daß er von der entgegengesetzten Cylinderwand abgedrängt, an derselben Dampf durchlassen müßte, wozu gerade in der bezeichneten Stellung des Kolben die meiste Gelegenheit gegeben wird, in so ferne als in derselben der Dampf in den Cylinder eintritt, und mit erneuerter Kraft beim Anfange des Hubes auf ihn einwirkt. Um mich hier recht verständlich zu machen, will ich diesen Gegenstand durch eine Zeichnung mehr in's Licht zu stellen suchen. a b c d drücken in Fig. 2. Tab. IV. den Cylinder skizzirt aus, e den Kolben, f seine Stange, g die Stopfbüchse derselben. Der Kolben steht in seinem tiefsten Stande am untern Deckel. An dem Punkte h der Kolbenstange kann man sich die Kurbel wirksam denken. Sie zwingt die Kolbenstange und mit ihr den Cylinder, ihre seitliche Abweichung von der senkrechten, durch die Schwingungszapfen des Cylinders gezogene, Linie mitzumachen, drängt deshalb den Cylinder bald auf die eine, bald auf die andere Seite, wobei der Punkt h natürlich zuerst den Seitendruck aufnimmt und durch die Kolbenstange auf den Cylinder fortpflanzt. Betrachtet man hiebei die Kolbenstange als einen doppelarmigen Hebel und den untersten Rand der Stopfbüchse als sein Hypomochlion, so wirkt die seitwärts drückende Kraft auf den längern Arm des Hebels, während der Kolben an dem kürzern desselben angebracht ist. Dieser erfährt in diesem Betrachte einen um so größern Seitendruck, als seine Entfernung geringer vom Hypomochlion als die des Punktes h ist. Da der Dampfcylinder nun dem seitlichen Drängen der Kurbel wegen seiner nicht bedeutenden Reibung an den Schwingungszapfen einen gewissen Widerstand entgegensetzt, so ist natürlich der seitliche Druck auf den Kolben und seine Fortpflanzung durch diesen auf die Cylinderwand um so größer, je näher ihm das Hypomochlion des Hebels liegt, je kürzer also die Stopfbüchse ist.

Die Hanfliederung der Stopfbüchse sollte man nie zu kurz oder zu niedrig machen. Dicke und hohe Liederungen schließen sanfter an die Kolbenstange an, und dichten besser als kurze und schmale. Auf welche Weise ich die Liederungen der Stopfbüchsen in dem Falle schmiere, daß die Kolbenstange durch den

Digitized by Google

untern Cylinderdeckel geht, wird man aus der Beschreibung und Abbildung meiner Maschine kennen lernen.

b) Kolben.

In der im polytechn. Journale von Dingler (Bd. XXVIII. S. 337) enthaltenen Darstellung der Grundzüge meines in England versuchten Dampfentwicklungsprincipes habe ich auf der 375sten Seite in einer Note meine Gründe angegeben, warum ich für Dampfmaschinen von höherm Drucke Kolben mit Metalliederung für unzulässig, wenigstens für unzweckmäßig halte, und meine Meinung ausgesprochen, daß ich das Mißlingen der bekannten Perkins'schen Versuche, Dampf von sehr hohem Drucke bei Dampfmaschinen einzuführen, vorzüglich der Anwendung solcher Kolben zuschreibe. Obgleich meine Gründe für diese Behauptung sich auf längst bekannte Erfahrungen und Thatsachen stützen, und das Gewicht derselben jedem practischen Mechaniker einleuchten dürfte, so habe ich doch zu meinem Erstaunen erfahren, daß auch in Deutschland noch jetzt practische Leute für eine Dampfmaschine von höherm Drucke einen solchen Kolben für einen besonders nothwendigen Apparat halten.

Ich für mein Theil bin durch die Beobachtung vieler Dampfmaschinen mit Metallkolben in Deutschland und England mehr vom Gegentheile dieser Ansicht überzeugt worden, indem ich gefunden habe, daß bei allen diesen Kolben eine große Reibung und ein mehr oder minder großer Kraftverlust Statt finde, so daß ich sogar die Ursache des geringen Nutzeffectes mancher neuern Hochdruckmaschinen in der Anwendung solcher Kolben, vorzüglich aber in dem Gebrauche unzweckmäßiger, suchen mögte. Wird hiebei erwogen, daß der größte Theil derselben noch fehlerhaft und unzweckmäßig construirt ist, und nicht allein hinsichtlich der Anordnung der verschiedenen Ringe und Segmente, sondern auch in Betreff der Metalle, die man zu diesen Theilen gewählt hat, großem und gerechtem Tadel unterliege, so gewinnt meine Meinung noch um so mehr Gewicht. Bevor ich auf diese mehr eingehe, will ich einige Hauptschwierigkeiten, die einer günstigen Anwendung solcher Kolben überhaupt im Wege stehen, voraufführen.

Digitized by Google

1) Es giebt wenige Werkstätten, die so vollkommene Cylinderbohrwerkzeuge, vorzüglich für Cylinder von größerem Durchmesser, besitzen, daß sie diese von so erstaunlich genauer Bohrung, als sie für Metallkolben unumgänglich nöthig sind, zu liefern vermögen. Wer aus der Erfahrung weiß, wie schwer schon kleinere Metallflächen auf einander in dem Maaße dampfdicht zu schleifen sind, daß sie das Durchdringen hochdrückender, höchst dünner und elastischer Dämpfe vollkommen verhindern, und was die Hauptschwierigkeit ist, bei steter Bewegung auf und über einander verhüten, der wird es, selbst wenn er nicht Eingeweihter ist, begreiflich finden, daß es fast unmöglich sei, eine so große Fläche, als die Wände eines größern Cylinders sind, mit den vielen verschiedenen Theilen eines Metallkolben, bei seiner Bewegung in demselben, in stetem genauem Contacte zu erhalten. Er wird gestehen müssen, daß eine außerordentliche Genauigkeit in der Bohrung nöthig sei, um hier zu einem erfreulichen Ziele zu gelangen, und um ein langes Ausschleifen und Ausschmirgeln und nachheriges Einschleifen des Kolben in den Cylinder, wobei der Kolben nicht selten durch das Eindringen des Schleifmittels in seine Gefüge leidet und wieder undicht gemacht wird, zu verhüten, vorzüglich wenn er nicht vergißt, daß durch ein solches Aus- und Einschleifen doch nur immer kleinere Fehler in der Bohrung verbessert werden können, während die größern und schädlichern bleiben. Wie leicht aber auch ein gut und dicht gegossener Cylinder auf einem gewöhnlichen Bohrwerke durch das Einfressen der Bohrschneiden, durch das Wechseln der letztern, durch ihre Abnutzung (alles oft gar nicht zu vermeidende Zufälligkeiten und Unvollkommenheiten eines jeden solchen Werkzeuges) verdorben werden könne, beweiset die Erfahrung leider täglich demjenigen, der Maschinenbau viel unter Händen hat, und mit allen dabei vorkommenden Mängeln bekannt ist. Daß alle diese großen Schwie-

Digitized by Google

rigkeiten mit dem Durchmesser der Cylinder wachsen, halte ich fast für überflüssig zu bemerken.

2) Die Fabrikation guter Metallkolben ist mit eben so großen Schwierigkeiten verknüpft, als die der dazu nöthigen Dampfcylinder. Diese wachsen um so mehr, je complicirter der Kolben ist, und je mehr Theile daran unter einander dampfdicht, und zugleich beweglich, zu verbinden sind. Die Verfertigung guter Metallkolben gehört nur den vorzüglichsten Werkstätten an, die mit allen den vielen Apparaten versehen sind, durch deren Anwendung die gehörige Genauigkeit und Sicherheit bei der Construction derselben erreicht wird, ohne großen Zeit- und Kostenaufwand zu veranlassen. Ein Metallkolben darf nicht einmal mittelmäßig, viel weniger schlecht gearbeitet sein, erfordert daher ganz ausgesuchte Arbeiter, und diese sind eben so selten, als alles Vollkommene in dieser zeitlichen Welt nur zu den frommen Wünschen gehört.

3) Ein kalt in den Cylinder eingeschliffener Metallkolben verhält sich zu diesem ganz anders in der Hitze der Dämpfe und bei ihrem Drucke, als bei dem kalten Einschleifen selbst. Die Hitze dehnt beide Theile aus, und zwar in einem nicht ganz günstigen Verhältnisse, zumal da die Cylinderwände und die reibenden und schließenden Flächen der Metallkolben gewöhnlich von ungleichen Metallen, die in der Hitze sich ungleich ausdehnen, construirt sind. Der Cylinder wird in dem Grade weiter, daß die Segmente nicht ganz genau centrisch mehr mit seinen Wänden bleiben, auch verändern die einzelnen Theile des Kolbens und sein Körper einigermaßen ihre Verhältnisse zu einander. Diese Mängel werden um so fühlbarer, je größer die Hitze ist, welcher die Cylinder und Kolben ausgesetzt werden. Bei Hochdruckmaschinen, bei denen sonst der kleinere Durchmesser der Dampfcylinder günstigere Resultate verheißt, wird die Anwendung der Metallkolben daher immer unvollkommenere Resultate geben, je mehr mit der, der Dichtheit des Kolben Gefahr bringenden, größern Hitze das

Digitized by Google

andringende Fluidum zugleich einen immer höhern Druck und eine größere Elasticität gewinnt.

4) Die Metallkolben schleifen sich bei der Arbeit nicht, wie man gewöhnlich anzunehmen pflegt, immer dichter ein, sondern verlieren häufig dadurch an Vollkommenheit, daß ihre an den Cylindern reibenden Flächen mehr oder weniger zerstört werden, vorzüglich wenn das Fett fehlt, oder unzweckmäßige Metalle gewählt sind. Ist aber erst ein geringer Grad von Verletzung eingetreten, so ist die Zerstörung beider Theile um so schneller und unvermeidlicher. Häufig befördern Rost im Cylinder, nach einem längern Stillstande der Maschine, oder ein schlechtes Wasser die Zerstörung eines der beiden Theile, oder beider zugleich.

5) Die einzelnen Theile solcher Kolben schließen vermöge der Ausdehnung durch die Hitze so fest an einander, daß sie fast alle Beweglichkeit verlieren, und so den Kolben zu einem massiven Cylinder ohne alle Elasticität umgestalten, der als solcher unmöglich seinen Zweck erfüllen kann. Ich habe mich von diesem Uebelstande vielfältig selbst bei Kolben überzeugt, die vorzüglich gut gearbeitet waren, und die ich in voller Hitze aus dem Cylinder nahm. Hiezu kommt noch,

6) daß die metallenen Segmente oder Ringe, sie mögen aus was immer für einem Metalle oder einer Metallcomposition sein, in großer Hitze stark unter einander cohäriren, selbst wenn sie Ueberfluß an Schmiere haben. Dies mag die oben mitgetheilte Bemerkung über messingene Hähne und ihre fast völlige Unbeweglichkeit in höhern Temperaturen näher erläutern. Gleiche Metalle cohäriren immer stärker an einander, als ungleiche, ungleiche kann man aber aus dem Grunde nicht gut zu den einzelnen Theilen der Metallliederungen nehmen, weil diese dann einen ungleichen Grad der Ausdehnung erfahren, und so um so eher ihren dampfdichten Schluß unter einander verlieren würden.

7) Dieser Umstände wegen verursachen aber auch die Kolben mit Metallliederung an den Cylinderwänden eine viel

Digitized by Google

größere Reibung, als man gewöhnlich glaubt, nach meiner Ansicht und Erfahrung selbst eine größere, als mit Hanf zweckmäßig gepackte Kolben. Man hat sich durch die geringe Reibung der Metallliederungen in der Kälte verführen lassen, anzunehmen, daß die Reibung in der Hitze gleich geringe sei, darin hat man sich aber außerordentlich geirrt. Ich selbst bin anfangs in diesem Punkte vielfältig getäuscht worden, und wurde erst aufmerksam, als ich fand, daß ein 6 Zoll im Durchmesser haltender Kolben der Art, der in der Kälte gemessen, nur 6 Pfund Reibung verursachte, in einer Temperatur von 130° R. nur mit großer Kraft in Bewegung gesetzt werden konnte. Man denke auch hier wieder an das Beispiel mit den messingenen Hähnen. Ein Metallkolben steht hinsichtlich seiner Reibung gegen den mit Hanf gelieberten dadurch so im Nachtheil, daß seine Reibung mit der Temperatur in einem sehr beunruhigenden Verhältnisse zunimmt, während ein Hanfkolben mit der steigenden Hitze immer leichter arbeitet, ohne seinen dampfdichten Schluß zu verlieren. Mehr denn hundert Beobachtungen und Versuche haben dies bei mir bestätigt. Eins der auffallendsten Beispiele kam mir bei einer Dampfmaschine von 2 Pferdeskräften vor, die ich vor 9 Jahren für die großherzogliche Kammer zur Entwässerung eines Torfmoors in der Gegend des Seebadeortes Dobberan anlegte. Als ich nämlich neugierig war, einmal die Kolbenliederung bei einem ungewöhnlich leichten Gange der Maschine zu untersuchen, fand ich die Reibung des Kolben in dem 6zölligen Cylinder so geringe, daß sie kaum 10 Pfund (in voller Hitze gemessen) betrug. Meine Furcht, daß bei einem so leichten Anschlusse des Kolben an die Cylinderwände ein großer Dampfverlust bei der Bewegung desselben Statt finden müsse, bestätigte sich bei der Untersuchung nicht, vielmehr konnte ich, als ich nach Feststellung des Kolben Dampf von 6 Atmosphären Druck unter denselben treten ließ, kaum eine merkliche Undichtheit entdecken. Ueberhaupt hat man, seit die

Digitized by Google

Anwendung der Metallkolben zum größten Nachtheile der Dampfmaschinen mehr um sich griff, die Hanfkolben sehr unverdient in Mißcredit zu bringen gewußt. Man hat über ihre Undichtheit geklagt, ohne sich gehörig überzeugt zu haben, ob auch Grund dazu vorhanden sei; man hat ihnen eine große Reibung aufgebürdet, ohne genau untersucht zu haben; wie man in der jetzigen Zeit überhaupt gerne das Alte vorschnell zu verwerfen geneigt ist, ohne etwas Besseres dafür in die Stelle zu setzen. In der zweiten Auflage von Bernouilli's Handbuch der Dampfmaschinenlehre, S. 240, wird das Verhältniß der Reibung zwischen Metall- und Hanfkolben von gleichem Durchmesser wie 3 zu 4 angegeben. Meinen Erfahrungen nach dürfte es hingegen umgekehrt sein, d. h. angenommen, daß der Cylinder und die Hanfliederung sich in einem guten Zustande befinden, und letztere zweckmäßig, weder zu lose, noch zu fest gepackt sei. Daß es, um einen dichten Schluß, selbst bei einem Dampfdrucke von 8 Atmosphären, zu bewirken, keiner Hanfliederung von großer Höhe und bedeutendem Drucke gegen die Cylinderwände, folglich keiner großen Reibung bedürfe, sehe ich täglich vor Augen. Nach meiner Ueberzeugung sind, wie ich weiter unten noch mehr zeigen werde, die Hanfkolben bei hohem Drucke in jedem Betrachte allen übrigen Kolben vorzuziehen. Man wird dieses Urtheil um so unpartheiischer finden, als ich selbst mich mit elastischen Metallkolben früher viel beschäftigt, auch sogar 2 Kolben der Art [1]) erfunden habe, die hoffentlich nicht zu den schlechtern gehören dürften, ja man wird Vertrauen zu demselben gewinnen, wenn man bedenkt, daß ich, vorzüglich bei meinem zweijährigen Aufenthalte in England, wohl manche Gelegenheit gehabt haben könne, die Sache sowohl practisch zu prüfen, als gehörige Erkundigungen darüber einzuziehen.

---

1) Den einen sieht man beschrieben und abgebildet in Dingler's polyt. Journ. B. XXXII. S. 153

Digitized by Google

In neuester Zeit hat man, vorzüglich an den Locomotivmaschinen, angefangen, Metallliederungen anzuwenden, hinter denen eine Hanfliederung angebracht ist, die durch eine Druckplatte und Schrauben gegen die Segmente oder Ringe gepreßt wird [1]). Was man hiermit hat bezwecken wollen, ist mir unbegreiflich [2]). Eine Anordnung der Art kann man nur in jeder Beziehung eine Mißgeburt nennen. Durch 2 verkehrt angebrachte Mittel vergrößert man offenbar ein Uebel, in der Absicht, es zu heben. Man sucht eine Vorrichtung, deren dampfdichten Gang man unverdient und übertrieben herausgepriesen hat, dampfdicht zu machen durch eine andere, deren Anwendung man aufgegeben hat, weil sie keinen dampfdichten Schluß gewähren soll. Man überträgt den vermeinten Hauptfehler der Hanfliederungen, das zum gehörigen dampfdichten Gange derselben für nöthig erachtete Anschrauben auf die Metallliederung, von der man grade als Hauptgrund ihrer geringen Reibung ihren leichten Anschluß an die Cylinderwände durch Federn bezeichnet, sucht also die Tugenden der einen durch die Fehler der andern zu verbessern. Darin finde Einer Sinn! Scheint es doch, als hätten die Metallliederungen den Erbauern solcher Kolben noch nicht Reibung genug, als müßte diese durch eine stark gegen die Ringe gepreßte Hanfliederung noch gesteigert werden. Ich sage gewiß nicht zu viel, wenn ich behaupte, daß solche

1) Man vergleiche hier die sehr vollständige Beschreibung einer vierrädrigen Stephenson'schen Locomotive in dem Portefeuille industriel du Conservatoire des arts et métiers, Tom. 1. und in Dingler's polyt. J. B. LIX. S. 402.

2) Wahrscheinlich ist diese Maaßregel eine Nachahmung des schlechten, von Jessop entworfenen, Planes, seinem Spiralfederkolben einen gehörig dichten Anschluß an die Cylinderwände zu verschaffen. Herr Stephenson hat durch diese Nachahmung sich als keinen großen Helden im Dampfmaschinenbaufache gezeigt, wie ich denn überhaupt seine Locomotiven hinsichtlich der darauf angewendeten Hochdruckmaschinen und deren Princip nur für sehr mittelmäßige Producte gelten lassen kann, so sehr man auch in Deutschland und England von ihnen bezaubert scheint.

Digitized by Google

Kolben von allen bis jetzt vorgeschlagenen und angewendeten die meiste Reibung geben müssen. Wahrscheinlich ist ihre Anwendung bei einigen Locomotiven der alleinige Grund, warum sie bei einem ungeheuren Brennmaterialverbrauche so unverhältnißmäßig wenig Nutzeffect geben.

8) Die die Metallringe und Segmente an die Cylinderwände drückenden Federn werden, von welcher Form sie auch sein mögen, in großer Hitze immer an Elasticität verlieren. Dies gilt auch für den Fall, daß die Ringe zum Theile selbst durch ihre Elasticität anschließen sollen, wie es bei dem Taylor und Martineau'schen und dem Perkins'schen Kolben, und vielen der an den Locomotiven gebräuchlichen der Fall ist.

9) Da die Segmente oder Ringe vor der obern und untern Deckplatte des Kolbenkörpers immer etwas Weniges vorstehen, damit letztere die Cylinderwände wo möglich nicht berühren, so drücken die Dämpfe von hohem Drucke gewaltsam auf diesen kreisförmigen Vorsprung, selbst wenn dieser ein Minimum von Breite hat, und es entsteht auf diese Weise ein starkes und schädliches Drängen gegen die Segmente oder Ringe.

10) Die Segmente oder Ringe schließen nicht immer an allen Orten so dicht an die Cylinderwände, daß nicht hie und da Dampf theilweise zwischen beide treten sollte. Bei einem solchen Dazwischendringen aber wird der Dampf mit seinem großen Drucke den Gegendruck der schwachen Federn leicht überwältigen, die Segmente oder Ringe von den Cylinderwänden abdrängen, und bei denselben in großen Massen entwischen. Das einzige Mittel dagegen, Dampf auch zwischen den Körper des Kolben und die Segmente und Ringe dringen zu lassen, um so einen entsprechenden Gegendruck zu bilden, hat aber wieder den großen Nachtheil, daß der eingelassene Dampf die Segmente oder Ringe bei genau an den Cylinder schließenden Stellen mit seinem ganzen Drucke gegen diese andrängt, und ein Maximum einer schädlichen Reibung erzeugt. Das hier be-

Digitized by Google

rührte, durch den Druck der Dämpfe bewirkte Abdrängen der Segmente oder Ringe von den Cylinderwänden findet vorzüglich immer in den ersten Momenten des plötzlichen Einströmens der Dämpfe in den Cylinder statt. Ich hatte in England Gelegenheit, dies sowohl an meinem eigenen, im Dingler'schen polyt. Journale, Bd. XXXII. S. 153 beschriebenen Kolben, als an dem Perkins'schen zu beobachten, der bei jedem Stoße der Maschine eine nicht unbedeutende Menge Dampf entwischen ließ [1]).

Alle diese Schwierigkeiten werden noch durch die größtentheils unzweckmäßige Bauart solcher Kolben, deren es bereits keine ganz unbedeutende Anzahl giebt, sichtbar vermehrt, und gewinnen um so mehr Gewicht, je höher der Dampfdruck ist, unter welchem man sie anwendet. Wer, wie ich, so lange und so viel mit höherm Drucke gearbeitet hat, wird meine Erfahrungen gewiß bestätigen. Wenig Beachtung verdienen die Einwendungen derer, die einen Druck von 2 oder 3 Atmosphären nie überschritten, einen Druck, über dessen Unzulänglichkeit bei Hochdruckmaschinen ich mich öfter schon sattsam ausgesprochen habe. Wenn Herr Perkins, der einzige, der mit mir zusammen die schwierige Bahn des sehr hohen Druckes versuchte, in seinen Nachrichten der elastischen Metallkolben wegen anders als ich gestimmt scheint, wenn derselbe von Kolben dieser Art spricht, die einen Druck von 50 bis 80 Atmosphären auszuhalten im Stande sein würden, oder ohne Nachtheil ausgehalten hätten, so muß ich geradezu erklären, daß er weder die Sache ordentlich geprüft, noch wissenschaftlich und unbefangen beobachtet habe, daß er im Gegentheile einer Vorliebe und unreifen und unklaren Beobachtungen das Interesse der Wissenschaft geopfert, und leere Prahlereien und hartnäckiges Verharren in vorgefaß-

---

1) Dieses entwischende Dampfquantum war an der Perkins'schen Maschine so groß, daß es sich bei jedem Stoße der Maschine noch an dem wenigstens 20 Fuß hohen Exhaustionsrohre zeigte, obgleich es den Condensator doch vorher durchwandern und einen großen Theil seines Volumens einbüßen mußte.

Digitized by Google

ten Meinungen einem ruhigen und offenen Geständnisse seines Irrthums vorgezogen habe. Daß er in letzterm Falle sich sehr häufig befunden, hoffe ich in den gegen ihn gerichteten und im Dingler'schen Journale (Bd. XXVII. S. 347 und XXVIII. S. 340) enthaltenen Erklärungen zur Genüge bewiesen zu haben, auch rufe ich hinsichtlich seiner Bekanntmachungen die Zeit an, die endlich alles an den Tag bringt, was im Finstern verborgen war, bei ihm aber hinsichtlich seiner Dampfmaschinenverbesserungen nichts an den Tag gebracht hat, was von Belang wäre, im Gegentheile alles das, was er ruhmredig und vorschnell an den Tag brachte, wieder im Finstern verbarg.

Um diejenigen Fehler, die im Baue der Kolben mit Metallliederung bisher begangen wurden, näher vor Augen zu führen, will ich ihnen noch einige prüfende Zeilen widmen, und freundlich den Leser um Verzeihung bitten, wenn ich diese Materie so breit aus einander trete, und ihn dadurch langweile. Ich hoffe diese Verzeihung aber um so eher zu erhalten, als das Capitel der Dampfmaschinenkolben als eins der wichtigsten gelten darf, und man in der Prüfung und Würdigung dieser Angelegenheit nicht genau genug verfahren kann, um zu einem erfreulichen Resultate zu gelangen. Die erwähnten Fehler bestehen nun in folgenden:

1) An keinem einzigen Kolben mit Metallliederung ist dafür gesorgt, daß beim allmähligen Abschleifen der Segmente oder Ringe an den Cylinderwänden, die Stellung derselben in einem solchen günstigen Verhältnisse zu einander bleibe, daß zu allen Zeiten, selbst bei der größten Abnutzung der Segmente oder Ringe, die Dampfdichtheit des ganzen Kolben und seiner einzelnen Theile unter einander erhalten werde. Diesen Fehler finden wir im höchsten Grade bestehend an dem Cartwright'schen [1]) und Barton'schen oder vielmehr Brown'schen Kolben [2]).

---

1) Ist abgebildet in Christian's traité de mécanique industrielle, planch. 16, Fig. 11, 12, 15 und 16.

2) Register of arts and Patent-inventions, N. 50 and 51, 20 and 30 Novemb. S. 19 u. 23. — Dingler's polyt. J. B. XXXI. S. 247.

Digitized by Google

2) Manche der Metallkolben bestehen aus zu vielen einzelnen Theilen, Segmenten und Ringen, deren Dichtung unter einander, unbeschadet ihrer freien Beweglichkeit, mit unendlich vielen Schwierigkeiten verbunden ist, so daß sie weder anfangs bei der Anfertigung ganz vollkommen herzustellen sind, noch sich lange in einem sichern Zustande erhalten können. Auch in diesen Fehler verfallen die eben genannten Kolben sehr merklich.

3) Bei mehreren Kolben verhindert die Art der Stellung der Segmente oder Ringe oder Keile die gehörige Beweglichkeit derselben unter einander, so daß sie sich nicht in jedem Verhältnisse gleich leicht ausdehnen und den Schluß mit den Cylinderwänden behalten können. In diesem Punkte sündigen vorzüglich der Taylor und Martineau'sche Kolben und diejenigen in einigen neuern Locomotiven[1]).

4) Manche verändern bei Abnutzung ihrer Segmente die Lage dieser unter einander so ungünstig, daß die Cylinderwände dadurch Nachtheil erfahren und stellenweise ausgeschliffen und verdorben werden. Dies gilt vorzüglich von dem Barton'schen oder Brown'schen Kolben, dessen Keile beim Abschleifen der Segmente in einem weit größeren Verhältnisse vordringen als die Segmente, wobei sie, wie es mir viele erfahrene Mechaniker und wahrheitsliebende und unbefangene Dampfmaschinenbesitzer in England versichert haben, deren Aussage ich allen Glauben beizumessen Ursache habe, Längsfurchen in die Cylinderwände einschleifen[2]).

5) Bei manchen Metallkolben werden einzelne Theile und

1) Vid. Tredgold's großes Werk, betitelt: the steam engine, its invention and progressive improvement etc. und C. Armengaud's Eisenbahnwesen, 1. Lieferung, Tab. 6, Fig. 16, 17, 18, 19, 20 und 21.

2) Herr Reed in Petersburg, ein geborener Engländer, bestätigt im Mechan. Magazine, N. 248, p. 265. diesen Nachtheil der Barton'schen oder Brown'schen Kolben, und wenn gleich Herr Wyatt bald darauf in derselben Zeitschrift (N. 256. 2. Jul. p. 390) eine Menge Zeugnisse von Dampfmaschinenbesitzern für diesen Kolben anführt, so könnte ich doch eine gleiche Anzahl nennen, die Herrn Reed's Tadel gerecht und begründet finden.

Digitized by Google

zwar nur an einzelnen Stellen durch die Dämpfe zu ſtark gegen die Cylinderwände angedrückt, ſo daß ſie und der Cylinder ungleich abgenutzt werden. Dies gilt vorzüglich von dem unelaſtiſchen Ringe des Perkins'ſchen Kolben, welcher Kolben ſonſt ohne Frage einer der einfachſten, beſten und zweckmäßigſten iſt [1]).

6) Zuweilen werden Metallkolben auch von unzweckmäßigen Metallen [2]), z. B. von temperirtem Stahle conſtruirt. Eine ſolche Anordnung iſt, vorzüglich bei Hochdruckmaſchinen von höherm Drucke, nachtheilig. Ich habe nämlich in England ſelbſt geſehen und erfahren, daß Stahlkolben nicht allein eine große Friktion erzeugen, ſo daß ſie knurren, ſondern auch den Cylinder bald zerſtören, indem ſie ganze Stücke aus demſelben ausſchleifen und ihn ſchnell voller Furchen graben. Wenn Herr Perkins erzählt, daß ein Barton'ſcher Stahlkolben in ſeiner erſten Maſchine, ſelbſt bei einer Temperatur, die den Stahl blau anlaufen ließ, vortrefflich gewirkt habe, und nach einer längern Wirkung wie polirt befunden ſei [3]), ſo iſt dies

---

1) Den Perkins'ſchen Kolben ſieht man abgebildet und beſchrieben in Dingler's polyt. Journ, B. XIII. S. 305.

2) Herr Perkins will eine Metallcompoſition zu elaſtiſchen Metallkolben erfunden haben, die ohne alle Schmiere und mit ſehr geringer Reibung arbeiten ſoll. Sie beſteht nach Gill's technical Repository, Dec. 1828 p. 311 aus 20 Theilen Kupfer, 5 Theilen Zinn und 1 Theil Zink. Ich beſitze keine Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit oder Unbrauchbarkeit derſelben, daß es indeſſen eine Metallmiſchung geben könne, die bei größerer Spannung und Hitze der Dämpfe auf härterem Gußeiſen ohne Fett arbeiten kann, ohne einer großen Abnutzung zu unterliegen, begreife ich ſehr wohl. Schon die gewöhnlichen Schiebventile arbeiten faſt ohne alles Fett, und dauern doch eine lange Zeit.

3) Herr Perkins beſtätigt die ſchriftliche Meldung Barton's darüber an die Herausgeber des Repertory of arts, manufactures and agriculture (Sept. 1823 p. 219) in einem Briefe vom 4. Junius 1823, und erklärt Barton's Kolben für die beſte und vollkommenſte Vorrichtung dieſer Art, ſowohl für Dampfmaſchinen, als zu andern Zwecken, die er bisher kennen gelernt habe. Warum ging er aber ſpäter wieder von demſelben ab, und nahm wieder Bronce ſtatt Stahl?

Digitized by Google

eine von seinen Aufschneidereien, und haben diesem seinem Berichte die Aussagen seiner Arbeiter, die ich darüber hörte, geradezu widersprochen. Auch sein Cylinder ist immer voller Furchen gegraben gewesen, und hat derselbe nach einem Gebrauche von wenigen Stunden immer wieder nachgearbeitet und ausgeschmirgelt werden müssen [1]).

Wenn ich die Kolben mit Hanfliederung allen übrigen vorziehe, so leiten mich dabei folgende Gründe:

1) Ich habe mich überzeugt, daß sie bei einem Drucke von 8 Atmosphären vollkommen dampfdicht arbeiten, wenn sie und der Cylinder sich in einem irgend leidlichen Zustande befinden, und ihre Liederung zweckmäßig angelegt, und von einem zweckmäßigen Material genommen wird. Die gewöhnlichen Hanfflechten, bloß von losem Hanfe fest zusammengeflochten, geben, wenn die Cylinderwände sauber und glatt polirt sind, vorzüglich aber bei broncenen Cylindern, in jedem Falle die beste Liederung ab. Sie lassen sich sehr fest an den Kolbenkörper anlegen, sind schwammig und elastisch, schmiegen sich dampfdicht an die Cylinderwände an, und saugen die Schmiere mit großer Begierde ein, auch halten sie dieselbe lange fest. Ihre Anwendung ist indessen bedenklich, wenn die Cylinderwände durch Rost gelitten haben und rauh geworden sind. Die Hanffasern befinden sich darin in einem zu losen Zustande, sind zu wenig fest mit einander verbunden, haben einen zu geringen Grad von Verschlingung erlitten, lösen sich durch die Reibung daher leicht von den Flechten, und werden zerfetzt und in kleinen Partikelchen mit den ausblasenden Dämpfen aus dem Cylinder ausgetrieben. Nicht

1) Einer meiner Arbeiter, der lange in Herrn Perkins' Werkstätte gearbeitet hatte, hat mir öfters erzählt, wie er nach jedesmaligem Gange der ersten Perkins'schen Maschine, auch wenn sie kaum eine Stunde in Bewegung gewesen sei, sowohl den Cylinder und Kolben, als die rotirende Valve habe schmirgeln müssen, und daß er, da die Arbeit jedesmal sehr zeitraubend und schwierig gewesen sei, oft einen Theil der Nacht habe zu Hülfe nehmen müssen.

Digitized by Google

mehr habe ich mich von der Wahrheit dieser Bemerkung überzeugt, als bei einer Gelegenheit, wo durch irgend einen, mir bis jetzt noch immer unerklärlich gebliebenen Zufall, vielleicht durch freie Schwefelsäure in dem Talge, die Wände des gußeisernen Cylinders der in der Güstrower Maschinenmanufactur arbeitenden Maschine unbemerkt etwas rauh geworden war. Der von mir angewandte Hanfkolben, der bereits ein Vierteljahr zur höchsten Zufriedenheit und immer sehr dampfdicht gearbeitet hatte, zeigte in Folge dieses Umstandes nämlich plötzlich eine bedeutende Undichtheit, und die Maschine blies schlecht aus, und bei stärkerer Feurung hatte ich eine sehr schwache Wirkung. Als ich den Kolben aus dem Cylinder nahm und ihn näher untersuchte, fand ich seine Liederung auf einer Seite völlig zerfetzt, und es fehlte ein bedeutendes Stück darin. - Da ich dies anfangs dem längern Gange des Kolben und der dadurch entstandenen Auflösung und Verderbniß des Hanfes zuschrieb, so glaubte ich durch eine neue Liederung den Uebelstand schnell heben zu können. Wie erstaunt war ich indessen, als der Kolben nach zweitägiger Arbeit die nämlichen Symptome zeigte. Eine wiederholte Untersuchung desselben ergab, daß er wieder in eben dem schlechten Zustande wie vor 2 Tagen sich befand. Da die Maschine ihre Arbeit nicht einstellen durfte, so konnte ich leider die nun bemerkte Rauhigkeit der Cylinderwände nicht sogleich durch neues Ausschmirgeln des Cylinders heben, und begnügte mich, wiederum eine neue Hanfflechte von losem ungesponnenem Hanfe um den Kolben zu legen. Diese Hülfe reichte noch weniger weit, als die erste, so auch die dritte und vierte. Der Kolben war schon in einem einzigen Tage immer wieder verdorben. Ich wandte nun eine Hanfflechte von ganz locker, in der Dicke eines starken Bindfadens, gesponnenen Hanfschnüren an, und hatte die Freude, diese Maaßregel von dem besten Erfolge gekrönt zu sehen; denn die Flechte hielt längere Zeit aus, als ich selbst vermuthet hatte. Ich

Digitized by Google

muß bemerken, daß ich diese Flechten vom Seiler machen ließ, und daß sie auf ganz gewöhnliche Weise, aber in der Art geflochten waren, daß jeder der 3 Stränge der Flechte 4 oder 5 solcher locker gedrehten Hanfschnüre enthielt. Später jedoch fand sich, daß diese Flechten, als ich sie nach neu ausgeschliffenem Cylinder fortfuhr anzuwenden, mehr Reibung verursachten, als die von losen Hanffasern geflochtenen, daß ich sie wegen ihrer anfänglichen Lockerheit zu oft nachschrauben mußten, wenn sie gehörig dampfdicht arbeiten sollten, daß sie beim Nachschrauben dann leicht zu fest wurden, und ihre Elasticität verloren, und aus allen diesen Gründen viel mehr Aufmerksamkeit verlangten als jene. Ich fühle mich deshalb bewogen, die von losen Hanffasern gedrehten Flechten für die meisten Fälle vorzuziehen, und kann nicht genug empfehlen, die Cylinder, um diese Flechten mit Glück und auf lange Zeit ungestört anwenden zu können, so viel möglich in einem recht saubern Zustande zu erhalten, was am besten dadurch erreicht wird, daß man ihnen immer zur rechten Zeit Schmiere, und zwar gute reine Schmiere, zuführt, und beim Stillstande der Maschine dahin Sorge trägt, daß eine gehörige Quantität davon hineingefördert werde, um die Wände und die Liederung gehörig einzusetten, außerdem aber auch noch dahin strebt, die Drosselklappen recht dampfdicht abzuschließen, damit keine Dämpfe während des erfolgten Stillstandes der Maschine in den Cylinder dringen, und sich im condensirten Zustande, als Wasser, in ihm anhäufen können. Befolgt man diese Vorschriften, so verdampft die in dem Cylinder und in der Kolbenliederung zurückbleibende Feuchtigkeit durch die Hitze der starken Cylinderwände bald nach dem Stillstande vollkommen, vollends wenn man dafür Sorge trägt, daß der Kolben möglichst am untern Ende des Cylinders stehen bleibt und der Kurbel so weit herum hilft, daß die Abflußöffnung für den obern Cylinderraum schon etwas frei wird. Das Fett bleibt dann allein im Cylinder zu-

Digitized by Google

rück, wodurch jedem Roste vorgebeugt wird. Daß alle diese Vorsichtsmaaßregeln bei broncenen Cylindern weniger Berücksichtigung verdienen, und diese Cylinder daher in Absicht auf eine längere Erhaltung der Hanfliederungen vorzuziehen seien, halte ich für überflüssig zu bemerken, zumal da ich oben schon darauf hingewiesen habe.

Sehr häufig habe ich bei meinen Maschinen Versuche wegen der Dampfdichtheit der Hanfliederungen in der Art vorgenommen, daß ich den Kolben feststellte, und Dampf von 8 Atmosphären Spannung unter ihn treten ließ. Selten bemerkte ich indessen eine bemerkenswerthe Undichtheit, selbst wenn der Kolben eine sehr geringe Reibung verursachte, eine Reibung, wobei Jeder auf die Vermuthung hätte kommen sollen, daß er den Dampf in Strömen müsse entweichen lassen. Daß Hanfkolben in Hinsicht ihrer Dichtigkeit in Verdacht gekommen sind, schreibe ich vorzüglich dem Umstande zu, daß man hie und da die Cylinder immer noch mit Dampfmanteln umgiebt. Solche Dampfmantel verhindern alle Condensation von Dämpfen im Cylinder, wodurch der Hanfliederung die nöthige Feuchtigkeit entzogen wird, so daß sie eintrocknet, durch die Hitze zusammenschrumpft und ihren dampfdichten Gang verliert. Ein geringer Grad von Feuchtigkeit ist bei Hanfliederungen nämlich unerläßlich, um die Fasern des Hanfes dicht aneinanderschließend zu machen, und der Liederung das Schwellende und Elastische zu geben, was vorzüglich ihren dichten Anschluß an die Cylinder vermittelt [1]).

Ein großer Feind der Hanfliederungen in Absicht auf ihren dampfdichten Schluß ist ein schlechter Talg, vorzüglich solcher, der noch viel Fleischtheile und thierisches Zellgewebe enthält. Diese Substanzen setzen sich in den Flechten fest, erhärten darin, und machen die Liederung steif, hart und unelastisch, wobei sie dann natürlich die zu ih-

1) Man lese hierüber nach das im Dingler'schen polytechn. Journale B. XLI. S. 321 und 326) von Haikraft über diesen Gegenstand Gesagte.

Digitized by Google

rem dichten und elastischen Anschluß nöthigen Eigenschaften einbüßen muß. Man kann dieserhalb nicht Vorsicht genug in Hinsicht des Talges, den man gebraucht, anwenden. Findet man, daß derselbe auf dem Cylinder und in den Stopfbüchsen ein dunkelbraunes Sediment absetzt, so ist er sicherlich zur Schmiere beider Theile unbrauchbar. Da die meisten vegetabilischen Oele eine schleimige Substanz enthalten, die in die Liederungen eindringt und diese erhärten macht, so sind sie zur Kolben- und Kolbenstangenschmiere durchaus zu verwerfen. Auffallend ist in dieser Beziehung die an den Cylindern vieler englischen und schottischen Maschinen von ihren Besitzern gemachte Bemerkung, daß sie, nachdem man aus unzeitiger Sparsamkeit Rappöl als Schmiere bei ihnen versucht hatte, wegen entstehender großer Kolbenreibung und bedeutenden Dampfverlustes, auffallend an Effekt einbüßten.

2) Die Kolben mit Hanfliederung haben eine weit geringere Reibung, als viele Mechaniker glaubend machen wollen. Schon im Vorhergehenden habe ich einige meiner Erfahrungen darüber mitgetheilt, und verweise hier vorzugsweise auf das, was ich von der bei Dobberan aufgestellten Entwässerungsmaschine und ihrem Kolben angeführt habe. Daß ein besonderer Vorzug dieser Liederungen vor den metallenen darin liege, daß ihre Reibung in größerer Hitze abnimmt, während sie bei den Metallkolben wächst, habe ich ebenfalls dort bemerkt. Auffallend ist mir immer diese Abnahme gewesen, und um so mehr, als es schwer sein dürfte, sie sich ganz genügend zu erklären. Ich fand sie oft nur um den vierten oder fünften Theil so stark, als im kalten Zustande. Der Cylinder wird in der Wärme zwar etwas weiter, aber gleichzeitig nimmt auch der Kolben an Durchmesser zu, und die Liederung schwillt unter der vereinten Wirkung von Wärme und Feuchtigkeit auf und wird elastischer, wofür auch der keineswegs abnehmende dampfdichte Schluß spricht. Schwerlich dürfte also hier der Schlüssel jener Erscheinung allein liegen. Die

Digitized by Google

Sache ist indessen entschieden, und wird von Jedem anerkannt, der mit Hanfkolben umgeht. Hätte man diesen günstigen Umstand von jeher mehr berücksichtigt, so würde man vielleicht nie auf den Gedanken gekommen sein, Kolben mit Metallliederung anzuwenden, vorzüglich wenn man zugleich mit mir erfahren hätte, daß

3) die Hanfkolben, wenn sie gut gehalten und zur rechten Zeit immer gefettet werden, eine weit längere Dauer haben, als man in der Regel annimmt. Ich habe Hanfkolben $\frac{3}{4}$ Jahre lang in meinen Cylindern arbeiten lassen, ohne daß sie an Dampfdichtheit im mindesten verloren hätten, und ohne daß der Hanf besonders zerstört war. Vorzüglich von Dauer sind sie aber bei der Anwendung broncener Cylinder. Dieser Umstand erklärt sich leicht durch den gänzlichen Mangel alles Rostes an den Wänden solcher Cylinder. Rost erzeugt sich in gußeisernen Cylindern bei versäumtem Schmieren oft schon während eines einzigen nächtlichen Stillstandes der Maschine so viel, daß Nachtheil für die Liederung daraus entstehen kann. Indessen habe ich doch auch bei gußeisernen Cylindern die Kolben ein halbes Jahr darin sicher und tadellos arbeiten sehen, und die Cylinder stets in einem schön polirten Zustande dadurch erhalten, daß ich jene früher angeführten Vorsichtsmaßregeln pünktlich befolgte und befolgen ließ. Es ist daher eine übertriebene Anschwärzung der Hanfliederungen, wenn man ihnen vorwirft, daß sie alle Augenblicke erneuert werden müssen, und daß diese Erneuerung mit vieler Mühe und großen Kosten verbunden sei; und ist man auf einem Irrwege, wenn man in dieser Hinsicht den Metallkolben ein so großes Uebergewicht einräumt; denn einen Theils ist Hanf ein durchaus wohlfeiles Material, andern Theils ist bei zweckmäßiger Einrichtung des Kolben und der Maschine die Erneuerung der Liederung eine höchst unbedeutende Kleinigkeit, die zwar Sorgfalt und Aufmerksamkeit, aber wenig Mühe und Anstrengung kostet. Imgleichen ist das nothwendige öftere Nachschrau-

Digitized by Google

ben der Liederung nach ihrer jedesmaligen Erneuerung eine durchaus nicht erwähnenswerthe Sache, während ein Metallkolben, einmal in Unordnung gerathen, große Reparaturkosten verursacht, und nur in einer Maschinenbauanstalt wieder hergestellt werden kann, die bei ganz vorzüglichen Fabrikationsmaschinen auch sehr tüchtige und geschickte Arbeiter besitzt.

Es dürfte hier die beste Gelegenheit gegeben sein, über die bei Dampfmaschinen nöthige Größe des Hubes einige Worte zu sprechen. Man hat in neuern Zeiten, vorzüglich in Amerika, angefangen, wieder auf sehr hohe Hübe überzugehen, und sie, hauptsächlich auf Dampfschiffen, wo sie wegen Mangels an Raum in der Höhe gerade am wenigsten sich eignen dürften, in Anwendung zu bringen gesucht. Selbst in Cornwall in England beginnt man jetzt Maschinen mit Kreisbewegung auf sehr hohe Hübe einzurichten. Von diesen Maschinen ist ein Exemplar jetzt zwischen Berlin und Frankfurt an der Oder aufgestellt, das bei einem 8zölligen Cylinder 7 Fuß Hub hat, und dazu nur einseitig wirkt. Wenn man dergleichen Ereignisse ruhig würdigt, so kann man sich wirklich nicht verhehlen, daß man in einer Zeit lebt, wo allenthalben die Extreme grell hervortreten. Ein solches Zeichen der Zeit ist aber ein schlechtes Zeichen. Es deutet wenigstens an, daß wir auf sehr unsicherm Grunde stehen, und daß alles Hin- und Herrechnen (und was ist über die nöthige Größe der Hübe bei Dampfmaschinen nicht unnützes Papier vollgeschrieben und vollgerechnet) durchaus zu keinem bestimmten Resultate geführt habe, daß es an der Hauptsache, an richtigen Beobachtungen und Versuchen wieder durchaus mangle, daß man in der Verbesserung der Dampfmaschinen weder mit gehöriger Ruhe, noch mit Ueberlegung zu Werke gehe. Das öftere Umspringen von einer Seite zur andern deutet immer auf eine leichtfertige Behandlung des Gegenstandes oder auf Unkenntniß, unrichtiges Urtheil und Mangel an Erfahrung. Blickt man von diesen neuern Langhälsen von Dampfmaschinen auf die nichtshübigen Perkins'schen und Locomotivdampfmaschinen hin, so muß man

Digitized by Google

wahrlich über die Verschiedenheit der Begriffe, Ansichten und vorgefaßten Meinungen in Schrecken gerathen, und für das Heil der guten Dampfmaschinen mit Recht besorgt werden. Obgleich ich sehr wohl weiß, daß eine wiederkehrende Bewegung immer mit großem Kraftverluste verbunden sei, obgleich ich eben so wohl überzeugt bin, daß dieser Kraftverlust mit Schnelligkeit in den Wechseln dieser Bewegung wachse, so bin ich doch auch sehr wieder geneigt, zu glauben, daß diese allgemein anerkannte Wahrheit in der Praxis manche Einschränkungen erleiden könne, und daß es dabei auf die Umstände, unter welchen eine Maschine wirkt, und auf die Beschaffenheit der Werke, die sie in Bewegung setzt, vorzüglich aber auf die Größe und Schwere derjenigen Theile, die der reciproken Bewegung ausgesetzt sind, ankomme, dieserhalb aber auch der Grad der Einschränkung durch die besondere Form und Bauart der Dampfmaschine bestimmt werde. In letzterer Beziehung scheinen mir die Maschinen mit niederm Drucke, die mit großen Wagebalken arbeiten, nur für größere Hübe und langsamere Kolbenspiele geeignet, in so ferne als bei ihnen außer dem Kolben und der Kolbenstange auch dieser große Wagebalken und die schwere Bläuelstange in Bewegung gesetzt werden müssen, die bei jeder der beiden entgegengesetzten Bewegungen ein bedeutendes Trägheitsmoment äußern, und bei der jedesmaligen Umkehr der Bewegung aus ihrem Ruhepunkte gehoben werden müssen. Watt gab seinen Maschinen vorzüglich aus der Rücksicht höhere und verhältnißmäßig langsamere Hübe, um bei der jedesmaligen Umkehr der Bewegung für die Condensation der Dämpfe durch Einspritzung Zeit zu gewinnen, indem den in den Condensator strömenden Dämpfen das verdichtende Medium nur langsam zugeführt wird. Dieser Grund fällt, wie leicht einzusehen, bei Hochdruckmaschinen ganz weg. Die aus denselben strömenden Dämpfe finden sowohl bei langsamern als schnellern Kolbenwechseln immer denselben Widerstand, den der atmosphärischen Luft, und sind nur die Exhaustionsöffnungen in denselben von zweckmäßiger Größe, so ist das Ausströmen der Dämpfe auf eine zu kurze Zeit beschränkt, als daß, selbst bei schnellerm Kol-

Digitized by Google

benſpiele, lange ein erwähnenswerther Gegendruck auf den Kolben bleiben könnte. Ich ziehe bei meinen Maſchinen ſogar kürzere Hübe den längern vor, wenn nicht beſondere Umſtände eine andere Conſtruction verlangen, nehme aber auch beſondere Rückſicht auf dieſen Umſtand bei der ganzen Anordnung aller ihrer Theile, d. h. ich laſſe geringere Maſſen in Bewegung ſetzen, gebe den Dämpfen im Cylinder große Zu- und Abſtrömungsöffnungen, und den Zu- und Ableitungsröhren bedeutende Durchmeſſer; ich baue diejenigen Organe, die bei der reciproken Bewegung thätig ſind, ſtark und dauerhaft, ohne ihrer Gelenkigkeit Eintrag zu thun, und gebe der ganzen Maſchine große Feſtigkeit und Stabilität. Bei ſolchen Anordnungen habe ich, vorzüglich bei Maſchinen von kleinern Dimenſionen, nie einen erheblichen Nachtheil bei kurzen Hüben bemerkt, vorzüglich in dem Falle nicht, wenn Werke, die ſchon in der erſten Bewegung einen gewiſſen Grad von Geſchwindigkeit verlangen, und denen die Geſchwindigkeit ſonſt nur durch ſogenannte Vorgelege, die einen großen Kraftverluſt herbeiführen, gegeben werden könnte, in Bewegung geſetzt werden ſollen. In mancher Hinſicht haben aber die Maſchinen mit kürzern Hüben und einem raſchern Kolbenſpiele offenbar Vorzüge vor denen mit längern und langſamern Kolbenſpielen, und zwar

1) bedürfen ſie keiner ſo großen und ſchweren Schwungräder, erleiden daher auch nicht den großen Kraftverluſt, der aus der Bewegung einer ſo großen Maſſe und deren größern Reibung erwächſt.
2) Brauchen ſie keine ſo große und ſtarke Betriebswellen, deren Reibung in ihren Lagern zu ihrem Gewichte und ihrem Umfange in einem beſtimmten Verhältniſſe ſteht. Den durch die Reibung und Ingangſetzung großer Wellen und Schwungräder entſtehenden Kraftverluſt ſcheint man bis jetzt viel zu geringe angenommen zu haben. Durch die neuern Verſuche mit Prony'ſchen Zäumen iſt darüber mehr Licht verbreitet, indem man gefunden hat, daß die ſchweren Schwungräder und coloſſalen Wellen derſelben

Digitized by Google

durch ihren Umtrieb oft den achten Theil der ganzen Kraft der Maschine verschlingen [1]).

3) Bei kurzen und schnellen Hüben verlieren die Cylinder nicht so viele Wärme. Das Zuströmen der Dämpfe folgt in kurzen Zwischenräumen auf einander, und bei dem Abströmen und der Expansion derselben gewinnt die Wärme der Cylinderwände nicht so viele Zeit, um den ausblasenden und in ihrer Temperatur gesunkenen Dämpfen sich mitzutheilen, als da, wo zwischen jedem Zu- und Abströmen der Dämpfe ein längerer Zwischenraum liegt.

4) Es kann bei kurzen und schnell auf einander folgenden Hüben nicht so viel Dampf beim Kolben entwischen, indem es ihm auch hiezu an Zeit gebricht. Aus diesem Grunde werden die sich expandirenden Dämpfe weniger Abbruch und Verlust erleiden, und die Wirkung des Kolben wird weniger ungleichmäßig ausfallen.

5) Maschinen mit schnellerm Kolbenspiele erlauben eine ausgedehntere Anwendung des Expansionsprincips, machen die dadurch entstehenden Ungleichheiten in der Wirkung des Kolben auf die Kurbel weniger fühlbar, sind also deshalb viel anwendbarer auf Werke, die eine große Gleichmäßigkeit in der Bewegung verlangen, z. B. auf Spinnereien. Die Gründe hievon dürften nicht ferne liegen.

6) Die Maschinen mit kürzern Hüben nehmen einen viel kleinern Raum ein, lassen sich viel gedrungener und compendiöser bauen, und gewinnen dadurch theils in ihrer Form, theils an Solidität und Stabilität. Meine Maschinen erreichen deshalb nie eine bedeutende Höhe, ein Umstand, der in so vielen Beziehungen, vorzüglich aber in Rücksicht auf Stabilität große und wichtige Vortheile bringt.

---

1) Man vergleiche hier Emil Köchlin's Abhandlung über den Nutzeffect bei verschiedenen Systemen von Dampfmaschinen, in dem Bulletin de la société de Mulhausen, N 42 und 43, übersetzt im Dingler'schen polyt. Journal B. LXII. S. 261, und den Bericht darüber von Jos. Köchlin, ebenfalls im Bulletin de la soc. de Mulhaus. N. 42 und 43 und in Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 241.

Digitized by Google

An meinen bisher von mir erbauten Hochdruckmaschinen hat die Erfahrung den allgemein gerügten Nachtheil kürzerer Hübe durchaus nicht bestätigt. Es arbeiten darunter Maschinen von 1 Fuß Hub mit 80 Umgängen in der Minute, die hinsichtlich ihres Effectes und Brennmaterialverbrauches denen von größern Hüben und langsamern Kolbenspielen fast gar nicht nachstehen, sie zum Theil noch übertreffen. In der Folge werde ich dies näher zu zeigen Gelegenheit finden.

Daß Maschinen mit kürzerem Hube und rascherm Kolbenspiele mehr Reparaturen unterworfen sein sollten, als langhübige, habe ich eben so wenig bemerkt, als daß sie durch ihren schnellen Wechsel an Effect einbüßten. Ich setze hiebei aber immer voraus, daß allen Theilen derselben eine hinreichende Stärke und ein richtiges Größenverhältniß gegeben und für einen festen Stand und eine gute Fundamentirung gehörig Sorge getragen sei. Meine Maschinen leisten übrigens, wie sich ebenfalls weiter unten darthun wird, so viel, daß wenig langhübige sich mit ihnen messen können. Auch hier hat der biblische Spruch: an ihren Werken sollt ihr sie erkennen, eine goldene Bedeutung. Was helfen alle Maschinen, deren Bau sich auf den künstlichsten und schärfsten Berechnungen gründet, wenn ihre Leistungen doch hinter denen solcher Werke zurückstehen, die nach der Anleitung der Erfahrung errichtet wurden? — Als interessant erscheint in Beziehung auf lange und kurze Hübe der jetzige Streit zwischen den Amerikanern und Engländern [1]) hinsichtlich ihrer Schiffdampfmaschinen. Meine Meinung ist die, daß die Amerikaner mit ihren langen Hüben, aber lediglich in der Rücksicht, siegen werden, als Schiffmaschinen mit größern Hüben Schaufelräder von größerm Durchmesser nöthig machen. Die Vortheile größerer Schaufelräder und ihrer verhältnißmäßig gerin-

1) Civil engineer and architects Journal, Aug. 1839. Dingler's polyt. Journ. B. LXXIII. S. 459.

Einen Vergleich zwischen dem Amerikanischen Dampfboote Rochester und dem englischen Rubi, als den beiden schnellsten Dampfböten der neuen und alten Welt, findet man in Civil engin. and archit. Journ. April 1840, pag. 117 und in Dingler's polyt. Journ. B. LXXVII. S. 81 aufgestellt.

Digitized by Google

gern Tauchung sind in ihrer Wirkung auf's Wasser aber zu bekannt, als daß ich darauf weiter einzugehen für nöthig halte.

Ich kenne an Maschinen mit kürzern Hüben und rascherm Kolbenspiele nur einen einzigen Nachtheil, und zwar den, daß ihre Cylinderwände und Kolbenstangen eher abgenutzt werden, als bei den Maschinen mit längern Hüben. Diese Theile werden nämlich von der Liederung um so öfter gerieben, je mehr Wechsel die Maschinen in einer bestimmten Zeit machen. Ob aber dieser Nachtheil einer Erwähnung bedürfe, da er durch so viele andere Vortheile reichlich aufgewogen wird, ob am Ende die öftere Anschaffung einer neuen Kolbenstange und ein häufiger zu wiederholendes Ausbohren und Ausschleifen des Cylinders, zumal eines Hochdruckmaschinencylinders, der von verhältnißmäßig kleinerm Durchmesser ist, vollends in der Nähe einer Maschinenbauwerkstätte sehr große und bedeutende Umstände mache, ist eine andere Frage. Viel kann man indessen das schnellere Ausschleifen dadurch verhüten, daß man die Cylinder von härterem Gußeisen oder härterer Bronce gießt. Der Cylinder einer Dampfmaschine, die ich in Klein Wehnendorf zehn Jahre in fortwährendem Gebrauche hatte, arbeitete sechs Jahre lang, ehe es nöthig war, denselben auszubohren und auszuschleifen, obgleich er von einer weichen Gattung Messing gegossen war, und sein Kolben in der Minute 80 Doppelzüge von 1 Fuß Länge machte. Da er, wenn er von harter Bronce gegossen gewesen wäre, gewiß noch einmal so lange gearbeitet hätte, ohne einer solchen Reparatur zu bedürfen, so wird hoffentlich diese Erfahrung diejenigen, die ein zu öfteres Ausschleifen dieses wichtigen Organes einer Dampfmaschine bei Anwendung kürzerer Hübe und eines rascheren Kolbenspieles fürchten, einigermaßen beruhigen.

Weniger als die Cylinder und die Kolbenstange dürfte die Steurung leiden, vorzüglich wenn sie so einfach wie an meiner Maschine eingerichtet ist. Zugventile sind, der Kolben mag schnelle oder langsame Wechsel machen, doch immer in steter Bewegung und in immerwährender Berührung mit den Flächen, worauf sie gleiten, und mißt man den Weg, den sie in einer

Digitized by Google

gewissen Zeit zurücklegen, so ist derselbe bei den kleinen Hochdruckmaschinen-Zugventilen genau betrachtet nicht länger als der, den die sehr großen Schieber der Maschinen mit niederm Drucke machen, wenn gleich die erstern die Bewegung öfter wechseln. Auch wird schwerlich der auf den erstern liegende Dampfdruck zu vergleichen sein mit jenem Drucke, womit die großen Schubladenventile der letztern von ihren Liederungen auf die von ihnen geriebenen Flächen gepreßt werden.

Wenn man jetzt wieder anfängt, Maschinen mit einfacher Wirkung für Kreisbewegung zu bauen, und diejenigen mit doppelter Wirkung ohne Nachtheil, ja sogar mit Nutzen verbannen zu können wähnt, so macht man nach meiner Meinung im Bau der Dampfmaschinen einen neuen und bedeutenden Rückschritt. Hat doch beinahe seit einem Jahrhundert keiner einen größern Triumph davon getragen, als Watt für die Erfindung seiner doppeltwirkenden Dampfmaschinen. Der große Uebelstand einer ungleichmäßigen Wirkung beim Auf- und Niedergange des Kolben war durch ihn auf einmal gehoben. Die Dampfmaschinen, bis dahin größtentheils nur Wasser hebende Maschinen, wurden jetzt für alle Zwecke anwendbar, indem eine Kreisbewegung durch sie auf eine möglichst einfache und zweckmäßige Weise erreicht wurde. Von allen Seiten wurde diese wichtige Erfindung als heilbringend anerkannt, sie sprach aber auch um so mehr ihr eigenes Lob aus, als ihr Princip so gültig, so einleuchtend, so klar und begreiflich, und mit den physischen und mechanischen Gesetzen so im Einklange da stand, auch sich durch die Erfahrung als so allen Erwartungen entsprechend auswies. Dessenungeachtet giebt man jetzt ohne alle hinreichende Veranlassung seine weitere Benutzung auf und kehrt zu dem Unvollkommeneren zurück. Durch die großen Cornwalliser einfach wirkenden Wasserhebungsmaschinen über die ungeheuern Wirkungen der ausdehnungsweisen Anwendung eines Hochdruckdampfes belehrt, glaubt man sich berechtigt, einen so großen Effect mit der einseitigen Wirkung solcher Maschinen als unzertrennlich zusammenhängend annehmen zu müssen. Welche Folgerungen? — Unmöglich kann ich mir denken, daß That-

Digitized by Google

sachen bereits für diese Ansicht sprechen sollten, daß man auf dem Wege ruhiger Versuche zu so sonderbaren Resultaten gekommen sei. Vielmehr bin ich sehr geneigt zu glauben, daß hier entweder ein Irrthum obwalte, oder daß eine wirklich bemerkte vortheilhaftere Wirkung ihren Grund in der bei einseitig wirkenden Maschinen Statt findenden vollkommenern Condensation der Dämpfe im Condensator ihren Grund habe, also auf einem Umstande beruhe, den ich in Dingler's polyt. Journale Band XL. Seite 24, bei Beschreibung der von mir erbauten Teschendorfer kleinen Wasserhebungsmaschine, schon berührt habe, und darin besteht, daß das verdichtende Medium während des Zurückganges des Kolben nach seiner Wirkung Zeit gewinnt, im Condensator eine vollkommenere Wirkung hervorzubringen, als in den doppelt wirkenden Maschinen, wo die Hübe schnell wechseln, und das Einströmen der Dämpfe in den Condensator immer in kurz auf einander folgenden Momenten Statt hat. Schwerlich dürfte nach meiner Ansicht ein anderer Grund aufzufinden sein. Wenn solcher aber nun vollends bei den Hochdruckmaschinen ganz wegfällt, wem könnte da gelüsten, dennoch der neuen Ansicht zu folgen, und derselben gemäß zu handeln? — Warum sollte die Expansion der Dämpfe nur in einer Richtung der Kolbenbewegung Vortheile gewähren, und in der andern nicht? — Sollten die Dämpfe so eigensinnig sein, auf einer Seite des Kolben unter ganz gleichen Umständen ganz andern physischen Gesetzen zu gehorchen, als auf der andern? — Was könnte dies wahrscheinlich machen, durch welche Gründe sollte man sich bewogen finden, so etwas Widersinniges anzunehmen? — Und wollte man endlich den Rückschritt antreten, wie würde man die nothwendige Ungleichheit in der Kraft und Bewegung einer solchen, nach einem so unvollkommenen widersinnigen Principe ausgeführten Maschine unschädlich machen, eine Ungleichheit, die hier doppelt so groß, als bei jeder andern Expansionsmaschine werden muß, da während eines ganzen Hubes die schon bei Ende des vorigen Kolbenschubes gesunkene Kraft ganz aussetzt? — Welche colossalen Schwungräder würden nöthig werden, um eine so unregelmäßige Wirkung

Digitized by Google

in der Maschine auszugleichen? welche Kraft dann aber wieder durch die Ingangsetzung so colossaler Schwungräder verloren gehn? — Habe ich mich doch an der Perkins'schen einseitig wirkenden Maschine von ihrer unvortheilhaften und ungleichmäßigen Wirkung zu einer Zeit überzeugt, wo er, wie ich im Dingler'schen polytechn. Journale Band XXVII. Seite 355 berichtet, schon ein beinahe dreimal so schweres Schwungrad als in der frühern Zeit anwandte. Wir leben aber in einem bewegten Zeitalter. Man wirft auch in der Technik allenthalben das Alte, Bestehende um, selbst wo es erprobt ist, wo es sicher und treu uns Menschenkindern erfunden worden, ohne immer etwas Besseres dafür in die Wagschale zu legen. Man verändert, aber verbessert nicht. Ich wünschte, man könnte mich von dem Nutzen eines solchen Rückschrittes in dem Felde der Dampfmaschinen überzeugen, mich eines Andern belehren und meine bisherigen Erfahrungen in ein Nichts verwandeln, aber durch unläugbare Thatsachen, durch wissenschaftliche Gründe, durch die strengsten Beweise, daß man richtig, ohne vorgefaßte Meinung beobachtet, sich die Beobachtungen richtig erklärt, keine Trugschlüsse gemacht habe. Kann man das, so will ich glauben, wenn ich nicht sehe, und will auf diesen Glauben alles abschwören, was ich mir in einer längern als 25jährigen Erfahrung, unter unzähligen Versuchen, und in meiner Praxis als Maschinenbauer, an Schätzen gesammelt habe. Bevor man mich aber nicht auf solche Weise überführen kann, möge man mir meine, wie ich hoffe, gerechten Zweifel zu Gute halten.

c) Steurung.

Alle Steurungen lassen sich auf 2 Classen bringen. Die eine umfaßt die Ventilsteurungen, die andere die Schieber, Kolben und Hahnensteurungen. Bei der erstern werden Dampfcanäle geöffnet und geschlossen durch conische Platten, die mit zweckdienlichen Leit- und Bewegungsstielen versehen sind, und in runde, conisch versenkte Vertiefungen der Oeffnungen jener Canäle einfallen, die sie dampfdicht zu schließen vermögen, indem sie in dieselben durch Schmirgeln eingedichtet sind. Ihre Stiele dienen theils, wie oben schon angedeutet wurde, zur rich-

Digitized by Google

tigen Leitung ihrer Bewegungen, theils ſtellen ſie die Organe vor, worauf die die Ventile in eine öffnende und ſchließende Bewegung ſetzenden Vorrichtungen wirken. Bei der zweiten Claſſe werden die Oeffnungen durch Metallflächen geſchloſſen, die bald eine grade, bald eine mehr oder weniger gebogene oder kreisförmige Geſtalt haben, ſich auf den die Oeffnungen der Canäle enthaltenden Flächen dampfdicht ſchieben oder drehen, und ſich mit entſprechenden Canälen oder Oeffnungen bald vor jene Oeffnungen ſchieben und eine Communication herſtellen, bald mit geſchloſſener Fläche jene decken und die Communication wieder aufheben. Man ſieht leicht ein, daß die Vorrichtungen der erſtern Claſſe den Abſchluß der Canäle durch bloße dampfdichte Berührung ihrer Fläche, ohne eigentliche Reibung, bewirke, während die der letztern durch ihre ſchleifende Bewegung, wobei Metallfläche auf Metallfläche ſich bewegt, eine bedeutende Reibung erzeugen, die in höhern Temperaturen auf einen nicht unbedeutenden Grad ſteigt.

Hiernach würden in allen Fällen, vorzüglich aber da, wo eine größere Hitze auf die Steurungsorgane einwirkt, die Ventilſteurungen ein großes Uebergewicht haben, wenn ſie nicht andere große Unannehmlichkeiten in ihrem Gefolge hätten, die ihre guten Eigenſchaften mehr oder weniger neutraliſiren, und die ich erſt durch eine längere Erfahrung habe kennen lernen, nachdem ich mit ihnen einen langen und unangenehmen Kampf beſtand. In den von mir früher für das Dingler'ſche polyt. Journal gelieferten Abhandlungen, Hochdruckmaſchinen betreffend, habe ich den Ventilſteurungen noch ein großes Gewicht eingeräumt, und ſie für hohen Druck als unerläßliche Bedingung dargeſtellt. Damals fehlte mir aber eine längere Erfahrung, auch hatte ich zur Zeit, als ich jene Abhandlungen ſchrieb, mit einem höhern Drucke zu thun, als der, unter welchem ich jetzt meine Maſchinen wirken laſſe. Seitdem ich das Maſchinenbaufach practiſch betreibe und zu einem niedrigern Drucke heruntergegangen bin, ſeit ich an mehreren, von mir erbauten Maſchinen die großen Schattenſeiten dieſer Steurungsart kennen gelernt habe, geſtehe ich gern ein, daß meine da-

Digitized by Google

maligen Ansichten große Modificationen erlitten haben und erleiden mußten, wenn ich mit Glück auf der schwierigen Bahn fortschreiten wollte. Ich will hier kurz meine Erfahrungen über diesen wichtigen Gegenstand mittheilen.

1) Ventilsteurungen sind sehr complicirte Vorrichtungen, selbst wenn sie auf einen höhern Grad von Einfachheit gebracht werden, als gewöhnlich der Fall ist. Nicht leicht läßt es sich ändern, daß nicht alle Stiele der Ventile, zum Zwecke der nöthigen ihnen mitzutheilenden Wechselbewegung, durch Stopfbüchsen dampfdicht nach außen treten müßten. Viele Stopfbüchsen, denn ihrer müssen wenigstens 4 sein, erfordern aber große Aufmerksamkeit, Pflege und Wartung, und verzehren nicht unbedeutend Fett. Diese Unannehmlichkeit ist indessen noch die geringste. Jedes Ventil verlangt nun auch noch eine besondere Bewegung für sich, muß daher mit einem eigenen Bewegungsmechanismus versehen sein, der, er mag noch so einfach eingerichtet werden, immer viele künstliche Theile, vorzüglich viele Charniere enthält, die nur mit großer Mühe und Genauigkeit angefertigt werden können, und sehr häufigen Reparaturen unterliegen, da ihre Bewegungen größtentheils mit nicht unbedeutenden Stößen und Erschütterungen verbunden sind. Die größte Schwierigkeit ist aber noch die, daß der genannte Bewegungsmechanismus die Ventile nicht allein öffnen, sondern auch wieder schließen muß, und dies auf eine Weise, die das Ventil möglichst sanft wieder in seinen Sitz drückt, ohne auf die ungleiche Mitwirkung der auf das Ventil drückenden Dämpfe zu achten, und ohne eine plötzliche Erschütterung durch das Aufsetzen des Ventils auf seinen Sitz zu erfahren. Zugleich darf die Größe seiner Bewegung auch nur genau derjenigen des Ventils bis in seinen Sitz entsprechen, wenn nicht ein schädliches Drängen entstehen soll. Alles Aufgaben, die sehr schwierig zu lösen sind, vorzüglich bei schwingenden Cylindern, wo der ganze Steurungsapparat sich mit bewegt, und wo, wenn der Dampf ausdehnungsweise wirkt, das nöthige

Digitized by Google

frühere Abschließen der Dampf einlassenden Ventile, wie ich selbst erfahren habe, auf eine vollkommen genügende, sichere und einfache Weise durch die gewöhnlichen Bewegungsapparate nicht einmal zu erreichen ist.

2) Die Dämpfe üben bei Anwendung einer höhern Dampfspannung auf die Ventile einen sehr hohen Druck aus, und erschweren die Oeffnung derselben, vorzüglich bei größeren Maschinen, auf eine sehr schädliche Weise. Früher habe ich im Dingler'schen Journale, Bd. XXXII. S. 7, zwar Mittel und Wege angegeben, diesen Umstand zu mildern, aber ganz gehoben ist er durch dieselben dennoch nicht. Dies gilt vorzüglich in Rücksicht der Entleerungsventile, deren dort bezeichneten Federn, bei der während der Expansion der Dämpfe sinkenden Dampfspannung im Cylinder, ein zu großes Uebergewicht erlangen, was von den Steurungsapparaten wieder gehoben werden soll. Die neuern, bei den großen Cornwalliser Maschinen angewandten Ventile [1]) entfernen zwar den größten Theil des Drucks der darauf wirkenden Dämpfe, sind aber sehr complicirt und künstlich, daher auch schwierig und theuer anzufertigen und zu erhalten, auch bei kleinern Maschinen nicht gut anwendbar. Uebrigens heben sie den Druck auch eben so wenig ganz auf, als meine eben berührten Vorrichtungen. Schädlicher Druck bleibt in allen Fällen, und wirkt beim Oeffnen und Schließen der Ventile für die Bewegungsorgane immer gleich erschütternd, in so ferne als er bei Hebung des Ventils aus seinem Sitz, wegen hergestellten Gleichgewichtes, zu plötzlich nachläßt, bei dessen Zurückfallen in denselben sich aber eben so plötzlich wieder in Wirkung setzt. Diesem Uebelstande ist leider auf keine Weise vorzubeugen, da der Druck auf die Ventile in den verschiedenen Momenten ihres Oeffnens und Schließens zu va-

1) Sie sind von Harvey und West, und beschrieben und abgebildet im Civil-Engineer and architects Journal, Febr. 1840, pag. 41, und in Dingler's polyt. Journ. B. LXXVI. S. 91.

riabel ist, um durch Gegengewichte oder Federn und andere Vorrichtungen an den Bewegungsapparaten derselben für alle Momente gleich genau balancirt werden zu können.

3) Die Ventile verlieren leicht ihren dichten Schluß und stören dann die regelmäßige Wirkung der Maschine. Es setzen sich nämlich fremde Körper zwischen ihre Dichtungsflächen, und drücken sich bei dem starken Drucke der Flächen gegen einander in diese oft so fest ein, daß die Gewalt der durchströmenden Dämpfe sie nicht wieder loszureißen und zu entfernen vermag. Zu solchen fremden Körpern gehören vorzüglich Sand, Holzspänchen, Rost, Eisen- und andere Metallspäne, Hanffasern von der Liederung, kleine Stückchen von den Bleidichtungen, aus dem Kessel in das Dampfrohr übergehender Schmutz, Stückchen Kesselstein, die beim starken Emporschleudern des Wassers im Kessel mit übersprudeln, Strohfasern, vorzüglich wenn man den Kessel zum Zwecke einer gehörigen Dichtung mit Pferdemist ausgekocht hat, u. s. w. Der Anzahl solcher Körper ist Legion, und schwer kann man sich ganz frei davon machen, selbst wenn man in allen Stücken die größte Aufmerksamkeit und Reinlichkeit beobachtet. Da Hochdruckdampf von 8 Atmosphären ein sehr durchdringendes Fluidum ist, welches bei unbedeutenden Undichtheiten schon in großen Quantitäten entweicht, so ist bei jedem, auch dem kleinsten Fehler an den Ventilen, der Nachtheil um so größer und fühlbarer. Am schlimmsten wirken fremde Körper, wenn sie scharf sind und sich in das Metall der Ventile festsetzen. Zu solchen gehören vorzüglich Sand und Metallspäne. Der dadurch verursachte Schaden ist nur durch Herausnahme der Ventile und neues Einschleifen derselben zu heben. Diese Körper stecken oft so fest in dem Metalle, und hämmern sich durch das immer wiederholte, mit einem ansehnlichen Drucke Statt findende, Einfallen der Ventile in ihre Sitze so tief ein, daß sie gar nicht wieder herauszunehmen sind, sondern ganz fest mit dem Metalle verbunden scheinen. An mehreren meiner

Digitized by Google

ersten Maschinen, die ich mit Ventilsteurung gebaut hatte, und von denen eine 9 Jahre lang in meiner früheren Werkstätte in Klein Wehnendorf arbeitete, haben sich die, durch Undichtheit der Ventile und Verlegung derselben durch fremde Körper entstehenden, Unordnungen in der Maschine und ihrer Wirkung so oft und so unausgesetzt wiederholt, daß ich mich genöthigt sahe, diese Steurungen zu entfernen und durch Schiebersteurungen zu ersetzen. Trotz der größten Aufmerksamkeit und Reinlichkeit, wobei ich selbst persönlich unausgesetzt mitwirkte, konnte nie auf eine anhaltend zuverlässige Wirkung der Maschine gerechnet werden, und immer war die Steurung die Wurzel alles Uebels. An der größern dieser Maschinen besteht nun die Schiebersteurung schon 5 Jahre, und noch ist seit dieser Zeit nie eine Unordnung an derselben vorgekommen, noch nie hat sie seitdem Veränderlichkeit in ihrer Wirkung gezeigt. Die Schieber, wenn sie gehörig dampfdicht auf einander geschliffen sind, schieben selbst sehr feine Unreinigkeiten an den reibenden Kanten vor sich her; dadurch bleiben diese locker und können durch die Dämpfe wieder entfernt werden. In die Dichtungsflächen der Ventile nisten sie sich hingegen sogleich ein, und der immer wiederkehrende Druck verschmilzt sie mit den Flächen zu einer Masse.

Eine andere Ursache der Undichtheit der Ventile ist aber auch noch ein unrichtiges Einfallen derselben in ihre Sitze, wobei sie mehr oder weniger gegen die eine Seite derselben gedrängt werden, dort beim Zufallen eine Reibung verursachen und die betheiligte Stelle abnutzen, so daß die Ventilsitze sowohl, als auch die Ventile selbst, ihre genaue Rundung verlieren, und hinsichtlich ihrer Dichtungsflächen nicht mehr genau concentrisch und auf einander schließend bleiben. Ein solches unrichtiges Einfallen wird durch verschiedene Umstände verursacht. Zu denselben rechne ich theils ein schiefes Liedern der Ventilstiele in den Stopfbüchsen, welches leicht eintritt, wenn die Leitungen für die Stiele schon etwas ausgeschliffen sind, und

Digitized by Google

die Stiele selbst locker darin gehen, theils ein ungleiches Niederschrauben der Stopfpfropfen in die Stopfbüchsen, theils eine unrichtige Stellung der Bewegungsmechanismen für die Ventile, wobei die Stiele nicht genau in der Achse des Ventils gehoben und gesenkt werden. Alle diese Mängel werden aber begünstigt durch die steife Verbindung der Ventile mit ihrem Körper, die den Ventilen nicht Freiheit und Beweglichkeit gestattet, dem Sitze beim Einfallen sich genau anzupassen und anzuschmiegen. So viele Versuche auch gemacht sind, diesem Uebelstande abzuhelfen, so sind sie doch mehr oder weniger ohne Erfolg geblieben. Ich selbst habe mich lange mit diesem Gegenstande beschäftigt, bin aber wenig befriedigt worden. Stets hat man bei der strengsten Aufmerksamkeit, bei der treuesten Pflege der Maschinen mit diesen Mängeln zu kämpfen. Da die Bewegung der Ventile immer unaufhörlich fortgeht, und mit sich fortwährend wiederholenden Erschütterungen verbunden ist, da die diese Bewegung leitenden und vermittelnden Organe alle mehr oder weniger zusammengesetzt und wandelbar sind, viele sich an einander reibende Theile enthalten, so ist die Gelegenheit zu Unordnungen sehr groß, und die Abweichungen vom regelrechten Gange sind oft zu fein und unbemerkbar, als daß sie nicht zuweilen der größten Vorsicht trotzen, der strengsten Aufmerksamkeit entwischen sollten.

Kurz Ventilsteurungen sind bei Hochdruckmaschinen nach meinen, in späterer Zeit erworbenen Erfahrungen stets unzuverlässig und unsicher. Bei ihrer Anwendung ist in allen Stücken doppelte Aufmerksamkeit, Genauigkeit, Mühe und Geduld nöthig, und dennoch erreicht man seinen Zweck nie ganz vollkommen. Der glückliche Erfolg der an meiner Londoner Dampfmaschine mit sehr hohem Drucke angewandten Ventilsteurung erhielt mein Interesse eine Reihe von Jahren hindurch für dieselbe rege, auch habe ich mich in meinen frühern, im Dingler'schen polyt. Journale enthaltenen Abhandlungen sehr warm dafür ausgesprochen. Man kann daher denken, daß es mich

Digitized by Google

viele Ueberwindung gekostet hat, und daß nur bittere Erfahrungen mich bestimmen konnten, den so lange betretenen Weg zu verlassen und zu den Schiebersteurungen überzugehen. Die an den Kolben mit Metallliederung gemachten Erfahrungen hatten wohl manchen Antheil an der Scheu vor diesen Apparaten. Ich konnte mich nicht überreden, daß bei ihnen bessere Resultate als bei diesen Kolben erhalten werden könnten, und ging deshalb mit großer Furcht an den ersten Versuch, zumal da er an einer Maschine gemacht wurde, die das Eigenthum eines Andern war, und nicht lange in Stillstand bleiben konnte. Der Erfolg hat indessen bewiesen, daß die Schieber, wenn sie gleich bei einem Dampfdrucke von 8 Atmosphären und der demselben entsprechenden Hitze auch einer sehr bedeutenden Reibung unterliegen, doch sicher und zuverlässig wirken, und auf einen stets dampfdichten Gang und eine längere Dauer rechnen lassen. Ich habe sie seit jenem Versuche an mehreren Maschinen einer Prüfung von 8—10 Jahren unterworfen, und seit dieser Zeit nichts an ihnen bemerkt, was mein Mißtrauen gerechtfertigt hätte. Die Schieber haben immer einen dampfdichten Gang behalten und eine nur sehr geringe Abnutzung erfahren. Ich stehe daher nicht an, sie für meine Hochdruckmaschinen unbedingt zu empfehlen.

Bei dieser Empfehlung muß ich jedoch noch bemerken, daß ich weit entfernt bin, unter den genannten Schiebern die ganze zweite Classe der Steurungen zu verstehen. Sie gilt vielmehr nur denjenigen Schiebern, die in England mit dem Namen slides bezeichnet werden und mit graden Flächen aufliegen, auch von diesen nur denjenigen, die ich später bei meinen Maschinen beschreiben werde, und die denen, schon bei manchen Hochdruckmaschinen in Anwendung gekommenen ähnlich sind. Keineswegs sind von mir die sogenannten Kolbensteurungen gemeint, die von Taylor und Martineau bei ihren Hochdruckmaschinen angewandt werden, und aus kleinen Kolben mit elastischer Metalliederung bestehen, welche sich in einem Steurungscylinder bewegen, und die in diesen aus- und einmündenden Dampfcanäle öffnen und schließen. Sie sind complicirt und schwierig

Digitized by Google

anzufertigen, haben auch wegen ihres geringern Durchmessers zu wenig Elasticität, und verlieren daher leicht ihren Schluß. Am wenigsten kann ich von solchen Kolbensteurungen aber diejenigen rühmen, die mit massiven Metallkolben arbeiten, und deren sich vorzüglich Herr Hall in Darford bei seinen nach Woolf'schem Principe gebauten Maschinen bedient. Was die Hahnsteurungen betrifft, so habe ich mich im Dingler'schen polyt. Journale, Bd. XXIX. S. 325, genügend über ihr Princip ausgesprochen. Hähne sind in jedem Falle die schlechtesten aller Steurungsorgane. Sie schleifen sich bald ungleich nach einer Seite aus, weil der Dampf sie stets dahin drückt, wo die in den Condensator oder in das Exhaustionsrohr führende Oeffnung sich befindet, wo folglich aller Gegendruck wegfällt. Auch haben sie den großen Nachtheil, daß sie, wenn sie nicht sehr conisch gearbeitet sind, bei der Erhitzung stark in ihre Hülse zurücktreten, und daß dann ihre und der Hülse auf einander geschmirgelte Flächen nicht mehr genau auf einander treffen. Nach dem Erkalten stecken sie dann aber in der Hülse so fest, daß sie nur mit großer Gewalt gelöset werden können. Hähne, die sich immer nach einer und derselben Richtung drehen, werden viel leichter undicht als solche, die eine Wechselbewegung haben, auch schleifen sich bald Furchen in ihre Flächen ein. Dasselbe gilt auch von den Drehventilen, deren sich Oliver Evans viel bedient hat, und von denen eine Beschreibung und Abbildung in seinem manuel du constructeur de machin. à vapeur enthalten ist. Sie scheinen in Europa nie recht in Aufnahme gekommen zu sein. Ich sahe ein einziges Exemplar davon in Berlin an einer Maschine von 20 Pferdeskräften, die der Maschinenbauer Freund erbaut hat, und welche in einer Dampfkornmühle arbeitet. Die Drehventile liegen bei der bisher üblichen Anordnung mit einer zu großen Fläche auf, und werden durch die Hochdruckdämpfe zu stark auf die Grundfläche der Büchse, in welcher sie arbeiten, niedergedrückt, erzeugen daher eine sehr bedeutende und schädliche Reibung. Da ihre Dampfcanäle so eingerichtet werden können, daß sie den Dampf auf jede beliebige Füllung des Dampfcylinders ab-

Digitized by Google

ſchließen, ohne eines beſondern Abſperrapparates zu bedürfen, und ſie auch bei ihrer Anlage und ihrem Betriebe ſo manche Bequemlichkeiten und Vortheile darbieten, wohin ich nur den Umſtand rechnen will, daß bei ihrer Bewegung jede Reciprocität und die daraus entſpringenden Erſchütterungen und Stöße wegfallen, ſo iſt zu bedauern, daß ſie jener großen Reibung wegen keine allgemeine Anwendung finden dürften. Weshalb ſich Hähne und Drehventile, die ſich immer nach einer und derſelben Richtung drehen, immer ſchnell abnutzen und tiefe Furchen in ihren auf einander reibenden Flächen bekommen, während diejenigen mit Wechſelbewegung dieſem Uebelſtande nicht ſo unterworfen ſind, iſt bis jetzt wohl noch nicht gehörig erörtert, auch wage ich für mein Theil keine Muthmaßung über die Urſachen dieſer ſonderbaren Erſcheinung. Daß ſie wirklich Statt finde, iſt indeſſen von ſo vielen Mechanikern beſtätigt worden, daß daran wohl kaum gezweifelt werden darf.

Als ein ſehr großer Vortheil kann bei den Schiebern der Umſtand betrachtet werden, daß ſie nur ſehr einfacher Bewegungsmechanismen bedürfen; denn es genügt zu ihrer Ingangſetzung eine einfache Hin- und Herbewegung, und dieſe iſt, vorzüglich bei ſchwingenden Cylindern, auf eine ſehr einfache Weiſe in's Werk geſetzt, ja ſie beſteht durch die Schwingungen der Cylinder ſchon von ſelbſt, und es ſind nur unbedeutende, ſehr einfache Vorrichtungen nöthig, um die Schieberſtange mit irgend einem feſtſtehenden Theile des Geſtelles der Maſchine in eine zweckmäßige Verbindung zu bringen.

Man hält ſich allgemein überzeugt, daß Schieber auf derjenigen Fläche, auf welcher ſie hin- und herbewegt werden, eine große Reibung bewirken, indem man annimmt, daß die Dämpfe, vorzüglich diejenigen von höherm Drucke, ſie mit einem ſehr bedeutenden Drucke auf dieſe Fläche anpreſſen, und zwar mit einem Drucke, den man für jeden Quadratzoll der obern Schieberfläche beinahe ſo hoch als den der Dämpfe im Keſſel anzunehmen ſich berechtigt glaubt. Ich ſelbſt habe dieſe Meinung früher getheilt, und ſie war die Haupturſache, daß ich nicht allein alle und jede Schieberſteurungen für hohen Druck

Digitized by Google

lange Zeit für völlig unanwendbar hielt, sondern daß ich auch später, als ich zu denselben übergegangen war, viel Zeit und Mühe auf die Auffindung von Mitteln verwandte, diesen Druck auf irgend eine Weise zu neutralisiren. Dadurch entstanden mehrere Anordnungen der Schieber und ihrer Büchsen, die mehr oder weniger diesen Zweck erreichten, und größtentheils von dem Punkte ausgingen, den Dampf durch die jetzigen Exhaustionsöffnungen in die Schieber eintreten, und ihn durch die andern beiden Oeffnungen in die Büchse strömen, und von da durch das Exhaustionsrohr entweichen zu lassen, wodurch eine verkehrte Richtung in ihrer Bewegung und Leitung entstand, und die Schieber, statt an der Reibungsfläche der Büchse angepreßt zu werden, von dieser abgedrängt wurden, worauf ich sie dann durch mechanische Vorrichtungen verschiedener Art oder durch die Dämpfe selbst, die auf Kolben wirkten, welche den Druck auf die Schieber fortpflanzten, gegen diese angedrückt erhielt. Viele neue Dampfmaschinenverbesserer sind mir auf diesem Wege gefolgt, unter andern scheint auch in der neuesten Zeit Herr Borcherdt in Chemnitz nach dem Gewerbblatte für Sachsen (III. Jahrgang, N. 23, S. 203) eine ähnliche Vorrichtung anzuwenden.

So wie nun aber die Erfahrung immer die beste Lehrmeisterin ist, so hat auch eine längere Anwendung der Schieber mir gezeigt, daß jene Furcht vor einem großen Drucke auf ihre oberen Flächen, und vor einer dadurch entstehenden schädlichen Anpressung derselben an die Reibungsflächen der Büchsen lange nicht so begründet sei, als man nach dem ersten Anscheine glauben sollte, daß also auch jene Vorrichtungen, den Druck zu balanciren, nicht in Anwendung gebracht zu werden brauchen, indem

1) schon der Druck der Dämpfe in der Schieberbüchse in den meisten Fällen wegen des mehrern oder mindern Abschlusses der Drosselklappe schwächer als im Kessel ist, indem aber auch
2) die Schieber auf ihrer Reibungsfläche nie so vollkommen dicht gehen, daß zwischen sie und diese nicht Dämpfe dringen, und den Druck auf ihrer obern Fläche etwas balanciren sollten. Legt man z. B. einen gut und fleißig auf

Digitized by Google

seine Reibungsfläche aufgeschliffenen Schieber trocken auf diese, so wird man ihn, selbst wenn er mit der Hand oder einem Gewichte stark darauf angepreßt wird, doch leicht auf derselben hin und her bewegen können, während er, wenn man Oel zwischen ihn und die Reibungsfläche bringt, so stark an dieser anhängt, daß man ihn nicht allein schwer darauf bewegen, sondern auch vermittelst dieser stärkeren Adhäsion die ganze schwere Büchse aufheben kann, wenn man ihn wieder von seiner Reibungsfläche trennen will. Hier bewirkt das Oel den völlig dichten Schluß, und giebt so dem äußern, auf die obere Schieberfläche wirkenden, Luftdrucke ein großes Uebergewicht, indem zwischen Schieber und seiner Reibungsfläche durch das Verdrängen aller Luft (durch's Oel) eine Leere gebildet ist. Stellt man mit diesem Beispiele die Bemerkung zusammen, daß man die Schieber immer durch ziemlich starke Federn an ihre Reibungsflächen angedrückt erhalten muß, wenn sie möglichst dampfdicht arbeiten sollen, und daß selbst bei höherem Drucke der Dämpfe gar kein verhältnißmäßiger Kraftaufwand zur Bewegung der Schieber nöthig sei, so sprechen diese Umstände auch dem starken Drucke auf ihre obern Flächen, so wie dem vollkommen dampfdichten Anschlusse derselben an ihre Reibungsflächen eben nicht besonders das Wort.

Wollte man hiergegen einwenden, wie bei solchem nicht vollkommenen Anschlusse doch eine vortheilhafte, keine Dämpfe verschwendende, Wirkung dieser Schieber erreicht werden könne? so erwiedere ich, daß allerdings bei jeder Schiebervorrichtung wohl etwas Dampf verloren gehen dürfte, daß die Erfahrung den dadurch herbeigeführten Verlust aber, wenn anders die Schieber gut gearbeitet sind, als so unendlich klein dargestellt hat, daß er gegen den Dampfverbrauch der Maschine völlig verschwindet. —

Diejenigen, die die Anwendung der Schieber bei hohem Drucke, wegen des darauf liegenden starken Dampfdruckes, getadelt haben und noch tadeln, scheinen ganz vergessen zu haben,

Digitized by Google

daß die Schieber für Hochdruckmaschinen eine viel geringere Ausdehnung als die der Maschinen mit niederm Drucke haben, indem diese Ausdehnung zum Drucke immer in einigem Verhältnisse steht, und daß die meisten Schieber der letztern Maschinen mit ihren großen reibenden Flächen durch Liederungen gegen ihre Reibungsflächen auf eine schädliche, und ihre Bewegung in hohem Grade hindernde Weise angedrängt werden. Wollte man bei beiden Systemen von Maschinen den zur Bewegung ihrer Schieber nöthigen Kraftaufwand vergleichen, so dürfte man diesen bei den Hochdruckmaschinen gewiß bedeutend geringer, als bei denen mit niederm Drucke finden.

Was die nothwendige Größe der Zu- und Abströmungsöffnungen und Canäle für die Dämpfe im Cylinder betrifft, so wird in diesem Punkte, vorzüglich bei den bisherigen Hochdruckmaschinen, auf eine unverzeihliche Weise gesündigt. Unleugbar ist dieser Fehler aber als eine Hauptursache der schwachen und schlechten Wirkung so vieler Hochdruckmaschinen zu betrachten, und leider immer noch so allgemein herrschend, daß nur sehr wenige Hochdruckmaschinen davon eine rühmliche Ausnahme machen. Vorzüglich gilt meine Rüge aber den Abzugsöffnungen und Canälen für die aus dem Cylinder strömenden Dämpfe. Watt stellte schon für seine ersten Maschinen mit niederm Drucke hinsichtlich der Dimensionen dieser Oeffnungen eine Regel auf, die gewiß für alle Zeiten Berücksichtigung verdient hätte, leider aber in neuester Zeit immer mehr in Vergessenheit zu kommen scheint. Er nimmt nämlich das Verhältniß zwischen dem Durchmesser des Dampfcylinders und seiner cylindrischen Zu- und Abflußcanäle wie 5 zu 1 an, und nach meinen Erfahrungen ist dasselbe auch bei Hochdruckmaschinen ein sehr günstiges zu nennen, wenigstens bin ich der Meinung, daß derjenige Maschinenbauer, der dasselbe beobachtet, einen außerordentlichen Vortheil hinsichtlich der Kraft und Geschwindigkeit seiner Maschine daraus ziehen werde. Die Sache liegt, wie ich oben schon gezeigt habe, auch so klar vor Augen, daß es schwer zu begreifen ist, wie man auf die bisher bestandenen Abwege gerathen konnte.

Digitized by Google

Schon oben habe ich mich genügend über diese Angelegenheit ausgesprochen, bei Beschreibung meiner Maschine werde ich die Verhältnisse jener Oeffnungen und Canäle und der Zu- und Ableitungsröhren für die Dämpfe aus meiner Erfahrung näher entwickeln, und gebe die Versicherung, daß derjenige sich wohl befinden wird, der sie pünktlich anwendet. Eine richtige Bestimmung derselben dürfte bei meinen Maschinen in so ferne um so nothwendiger sein, als ich, wie ich oben schon bemerkt habe, einem raschern Kolbenspiele und kleinern Hüben im Ganzen den Vorzug gebe. Bei den neuern Locomotiven hat man die obern, in den Schornstein sich mündenden Oeffnungen der Abzugsröhren für die aus den Cylindern kommenden Dämpfe verengen zu müssen geglaubt, um ein stärkeres und weniger absetzendes Ausblasen zum Zwecke eines lebhaftern Zuges im Schornsteine zu bewirken. Man ist nämlich der Meinung, daß die durch diese Maaßregel verursachte schwächere Wirkung der Maschine nicht in Betracht komme gegen die Vortheile eines bessern Zuges im Ofen [1]), scheint dabei aber vergessen zu haben, daß eine Maschine, bei welcher keine so verkehrte Maaßregeln genommen werden, die folglich nicht den nothwendig dadurch entstehenden Abzug an Effect erleidet, auch bei einem weniger

---

1) Herr Cheval. de Pambour hat Versuche über den Einfluß der Größe der Exhaustionsöffnungen in den Locomotiven auf die Wasserverdampfung in den Kesseln derselben und ihren Coaksverbrauch gemacht (Comptes rendus de l'Academ. d. scienc. I. semestr. N. 11. Dingler's polyt. J. B. LXXIX. S. 2). Auch er hält die Verengerung der Exhaustionsöffnungen in Absicht auf günstigere Resultate hinsichtlich der Kraft und des Brennmaterialverbrauches der Maschinen für nützlich, ja für nothwendig. Die jüngsten auf der Hull-Selby-Eisenbahn zu Versuch gestellten neu patentirten Locomotiven von Gray haben aber meine Ansicht darüber vollkommen bestätigt, indem sie bewiesen haben, daß ein weniger gebläseartiger Zug mehr Vortheile als das bisher befolgte Princip habe (vid. Civil engineers and architect's Journal, Decemb. 1840, p. 427, und Dingler's pol. Journ. B. LXXIX. S. 337). Gewiß ist, daß der Gewinn, der durch Erregung eines lebhaftern Zuges vermittelst verstärkter Exhaustion für die Verdampfung im Kessel entstehe, durch den verminderten Effect der am freien Ausblasen behinderten Maschinen reichlich wieder verloren gehe.

Digitized by Google

ſtarken Zuge die verlangte Wirkung geben könne; auch dürfte man überſehen haben, daß bei einem ſchwächern Zuge das läſtige Ausſprühen von Funken und Kohlenſtücken aus dem Schornſteine ſehr gemindert, und den Feuerplätzen, den Roſten und dem Keſſel ſelbſt eine längere Dauer gegeben werden würde. Was eine gehörige Weite der Abzugsröhren bei Hochdruckmaſchinen für einen wichtigen Einfluß auf ihren Effect habe, iſt oben ſchon durch ein Beiſpiel von mir erläutert worden. Seit Kurzem habe ich aber noch einige Erfahrungen gemacht, die auf eine merkwürdige Weiſe bethätigen, wie ſchädlich jedes, auch noch ſo geringfügig ſcheinendes Hinderniß in den Exhauſtions- oder Abzugröhren einer Hochdruckmaſchine werden kann. Es ereignete ſich nämlich verſchiedene Male, daß das in dem Exhauſtionsrohre ſich ſammelnde und aus verdichteten Dämpfen beſtehende Waſſer ſeinen gewöhnlichen regelmäßigen Abzug aus demſelben nicht fand, indem das zur Abführung deſſelben beſtimmte Rohr ſich verſtopft hatte. In Folge dieſes Umſtandes hatte es ſich im Exhauſtionsrohre angehäuft, und widerſtand den ausblaſenden Dämpfen. Wenn nun gleich dieſe Dämpfe beinahe noch mit einem Drucke von 3 Atmoſphären in das Abzugsrohr gelangten, und das Waſſer ſtoßweiſe aus der obern Mündung des Abzugsrohres in Geſtalt eines Regens auswarfen, ſo war doch die Wirkung der Maſchine in dieſer Zeit ſo ſchwach, daß ihre Geſchwindigkeit um ein Drittel ſich verminderte, und nur erſt nach Wegräumung des Hinderniſſes ſtieg dieſe wieder auf die geſetzliche Höhe. Schon in Wehnendorf hatte ich oft früher dieſelbe Erfahrung gemacht. Wie eine ſo geringe Quantität Waſſer, durch die ſich ſchnell wiederholenden Ausſtrömungen der Dämpfe aus der Maſchine in einen hohen Grad von Zerſplitterung verſetzt und darin erhalten, eine ſolche Wirkung hervorbringen könne, iſt faſt ſchwer zu begreifen, und doch waltete hier kein Irrthum ob. Bedenkt man indeſſen, daß das Waſſer bei ſeiner Anhäufung im Rohre die Ausſtrömungsöffnungen geſetzwidrig verſperrt, und als Flüſſigkeit von nicht unbedeutendem ſpecifiſchen Gewichte ſeiner Zerſplitterung ein bedeutendes Moment entgegengeſetzt habe, erwägt man, daß es

als ſolche Flüſſigkeit bei jedem Stoße der Dämpfe wieder in ſchnelle Bewegung geſetzt werden müſſe, ſo läßt ſich einigermaßen das Räthſel löſen. Ich habe ſchon oben bemerkt, wie man bei raſchem Ausſtrömen der Hochdruckdämpfe aus dem Cylinder die Bildung eines ſchwachen Vacuums anzunehmen berechtigt ſei. Daß ſolches unter den angegebenen Umſtänden nicht habe gebildet werden können, daß im Gegentheil durch die Waſſeranhäufung ein nicht unbedeutender Gegendruck auf den Kolben entſtanden ſein müſſe, iſt einleuchtend.

Ich laſſe in meinen Maſchinen den Abſchluß der Dämpfe auf ein Drittel des Hubes durch einen eigenen Schieber beſorgen, der von derſelben Schieberſtange, die den Wechſelſchieber in Bewegung ſetzt, hin und her gerückt wird. Dieſe Einrichtung vereinfacht die ganze Steurung außerordentlich, auch iſt bei derſelben nur eine einzige Stopfbüchſe nöthig, und der ganze Bewegungsmechanismus für den einen Schieber fällt weg. Weiter unten von allen dieſen Einrichtungen ausführlich. Herr Saulnier in Paris [1]) wendet an ſeinen frühern Dampfmaſchinen einen ähnlichen Abſchlußſchieber an, läßt denſelben aber durch eine eigene Ventilſtange in Thätigkeit ſetzen, und hat einen ſehr künſtlichen Mechanismus zu ſeiner Bewegung angeordnet. Derſelbe macht 2 Auf- und Niedergänge, während der Wechſelſchieber nur eine einzige Wechſelbewegung vollbringt. Bei ſchnellern Wechſeln der Maſchine dürfte jedoch dieſe Einrichtung wegen der, in dieſem Falle zu ſehr beſchleunigten Bewegung des Schiebers, und der zu ſeiner Ingangſetzung dienenden Apparate, ſo wie wegen der daraus entſtehenden Erſchütterung und Abnutzung beider Theile unanwendbar ſein. In ſeinen neuern Maſchinen [2]) iſt ſein Wechſelſchieber ſo eingerichtet, daß er zugleich den Abſchluß beſorgt. Um dieſe doppelte Function zu verrichten, muß er aber einen ſehr künſtlichen

1) Bulletin de la société d'encourag. p. l'Ind. nat. N. 282. p. 424. Dingler's polyt. Journ. B. XXVIII. S. 171.

2) Portefeuille industriel du Conservat. des arts et métiers, T. II, p. 73. — Polytechniſches Centralblatt, 1838, N. 30. — Dingler's pol. Journ. B. LXX. S. 402.

Digitized by Google

Bewegungsapparat haben, der bei jedem Umgange der Maschine in 4 verschiedenen Momenten wirksam ist[1]). Auch hiebei werden Erschütterungen und Stöße der Steurung unvermeidlich sein, nicht zu gedenken, daß der Schieber durch diese Einrichtung eine bedeutende Ausdehnung erhält, daher mit zu großer Fläche aufliegt, und deshalb einen weit größern Druck durch die Dämpfe und eine viel stärkere Reibung erfährt, als wenn er die gewöhnliche Einrichtung und Größe hätte.

Man hat hie und da auch Abschlußsteurungen angewendet, die von dem Gouverneur der Maschine in der Art beherrscht werden, daß, nach Maaßgabe der anzuwendenden Kraft, dem Cylinder mehr oder weniger Dampffüllung gegeben wird. Bei Anwendung derselben fällt die gewöhnliche Drosselklappe natürlich ganz weg. Dergleichen Abschlußsteurungen haben vorzüglich Maudslay in London und Hoyau und Faivre und mehrere andere Mechaniker in Frankreich angewandt. Auch Herr Borsig in Berlin nimmt, wie ich mich selbst überzeugt habe, bei seinen kleinern Hochdruckmaschinen Rücksicht darauf. Sie sind aber complicirt, und wegen ihrer ruckweisen Bewegung mehr oder weniger wandelbar, auch haben sie nach meiner Meinung hinsichtlich der Brennmaterialersparung keine Vorzüge vor den Drosselklappen. Ein Hauptfehler derselben scheint mir aber der zu sein, daß bei nöthigen geringen Wirkungsgraden der Maschine, durch den durch sie besorgten frühern Abschluß der Dämpfe vom Cylinder, die Bewegung und der Effect der Maschine ungleichmäßiger wird, und daß die Dämpfe nach einer größern Expansion den Cylinder mit zu schwachem Drucke und zu geringer Geschwindigkeit verlassen.

Es ist hier die beste Gelegenheit gegeben, hinsichtlich der Anwendung des Expansionsprincipes über die zweckmäßigste Größe der Füllungen des Dampfcylinders zu sprechen. Man hat auch bei diesem Gegenstande die größte Ursache, sich an der Erfah-

---

1) Herr Maschinenbauer Borcherdt in Chemnitz (in Sachsen) scheint eine ähnliche Schiebervorrichtung anzuwenden (vid. Gewerbblatt für Sachsen, III. Jahrg. N. 23. S. 203).

Digitized by Google

rung zu halten, und in alle bisher gelieferten, wegen ihrer großen Abweichungen aber wenig nutzbaren, Berechnungen Mißtrauen zu setzen. Um hier eine gewisse Norm festzustellen, ist nach Woolf und den Erfahrungen mancher Anderer der Umstand zu berücksichtigen, ob man die Cylinder von außen erwärmen, also dem sich expandirenden Dampfe noch freie Wärme zuführen will oder nicht. Auch ist hinsichtlich der Größe der anzuwendenden Expansion wohl der Grad der Gleichförmigkeit in der Wirkung der Maschine, der hinsichtlich der, durch sie zu betreibenden Werke nothwendig wird, in Rechnung zu bringen.

Ob hochdrückende Dämpfe bei der Ausdehnung in einen größern Raum dem Mariott'schen Gesetze folgen [1]), oder einen Theil ihrer freien Wärme latent machen müssen, und dabei einen gewissen Grad der Verdichtung erleiden, um gesättigt zu bleiben, ist theilweise noch durchaus nicht ganz entschieden, indem es dabei sehr auf die Verhältnisse ankommt, in welcher latente und freie Wärme im Dampfe zu einander stehen, und wie überhaupt die Menge der Wärme sich in den Dämpfen von verschiedener Temperatur und Pressung stellt. Daher scheint eine von einem gewissen Herrn G. Holworthy Palmer (in den Transactions of civil engineers Vol. II. p. 33) [2]) gelieferte Abhandlung in Beziehung auf diese Umstände sehr gewagt. In derselben tritt er nicht allein gegen das Expansionsprincip

---

1) Dem von Woolf in seinem Patente angegebenen Gesetze ist er schwerlich unterworfen. Wie Woolf zu diesem Gesetze gekommen, und wodurch er auf so schreckliche Irrwege gerathen sei, ist nicht recht zu begreifen. Er soll mit Herrn Tilloch gemeinschaftlich die dahin abzweckenden Versuche unternommen, und sich dabei zweier Gefäße bedient haben, deren Rauminhalt der vorausgesetzten Ausdehnungskraft angemessen war. Beide fanden, daß eine höher gestiegene Quecksilbersäule wieder auf ihr Gleichgewicht zurücksank, wenn sie den Dampf in das größere Gefäß eintreten ließen. Es muß jedoch eine Täuschung bei diesen Versuchen Statt gefunden haben; denn die Resultate desselben haben sich nirgends bestätigt.

2) Man findet sie übersetzt, und mit Anmerkungen vom Herrn Professor Schubarth versehen, in den Verhandlungen des Preußischen Gewerbevereins, 1838, Lief. 2, und im Dingler'schen polyt. Journ. B. LXXIV. S. 4.

Digitized by Google

und namentlich deſſen Anwendung auf Hochdruckmaſchinen auf, ſondern ſucht auch die großen Wirkungen der Cornwalliſer neuern Waſſerhebungsmaſchinen, die bekanntlich durch eine ausgedehntere Anwendung des Expanſionsprincips erreicht werden, in Zweifel zu ziehen. Hätte Herr Palmer, ſtatt hier die Rechtlichkeit und Wahrheitsliebe ſeiner Cornwalliſer Collegen, ich meine der Erbauer jener coloſſalen Maſchinen und der ſie behandelnden Engineers, zu verdächtigen, und dadurch dem Auslande über engliſche Prahlereien und Aufſchneidereien die Augen zu öffnen, ſtatt aller theoretiſchen, auf unſicherm Grunde ſtehenden Raiſonnements, den Vorſchlag gemacht, eine Commiſſion nach Cornwall zu ſchicken [1]), um die Sache genau und mit ſtrenger Wiſſenſchaftlichkeit zu unterſuchen, oder wäre er ſelbſt hingereiſet, und hätte näher geprüft, und dann ſeine Zweifel beſtätigt gefunden, dann müßten wir ihm Dank wiſſen, die Wiſſenſchaft von einem Irrthume heilen zu wollen, der allerdings im weitern Verfolge manche Nachtheile haben kann; nun aber muß ich bekennen, daß mir ſeine ganze Abhandlung nur als eine Verunglimpfung ſeines eigenen Faches und eine Gefährdung hoher induſtrieller Intereſſen, ohne alle practiſche Baſis, vorkomme, aus welcher weder der Wiſſenſchaft, noch dem induſtriellen Leben irgend ein namhafter Vortheil erwächſt, als daß ein Federkrieg mehr in den wiſſenſchaftlichen Annalen eine Stelle füllt, daß im Gegentheile der guten Sache vielfältig geſchadet, Zweifel gegen ſie angeregt, und ſo ihr Sieg auf eine bedauerliche Weiſe weiter hinausgeſchoben wird. Merkwürdig iſt, wie man in England ſich einen Theils ſträubt, eine Wahrheit anzuerkennen, die doch mit ſo wenigen Worten erwieſen werden kann, und durch die Erfahrung an ſo vielen Hunderten von Expanſionsmaſchinen unwiderleglich beſtätigt wird, daß nämlich aus der Anwendung des Expanſionsprincipes Vortheil

---

1) Wie es z. B. bei der Auſten'ſchen Dampfmaſchine in der Grube Fowey Consols in Cornwallis unter der Leitung der Maſchiniſten W. Petherik und W. Weſt geſchahe (vid. Mechanic's Magazine, N. 613, und Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 73).

Digitized by Google

erwachse, während man andern Theils, (ich meine in Cornwall), dieſe Wahrheit auf eine ſo großartige Weiſe beſtätigt. England iſt aber nun einmal das Land der Extreme geweſen, und wird es bleiben. Mehr Vertrauen verdient aber gewiß derjenige Theil ſeiner Forſcher, der auf dem Wege wiſſenſchaftlicher Beobachtungen und Verſuche fortſchreitet, wirklich thätig in das Leben eingreift, die Ergebniſſe ſeiner Mühen dem Vaterlande fruchtbringend zuwendet, als ſolcher, der einen unnützen Federkrieg hinter dem Studirtiſche führt, heilbringende Thatſachen durch Hypotheſen bekämpft, und wenn ich mich ganz offen ausſprechen ſoll, vielleicht nur ſeine glücklichen Collegen beneidet, ihren Ruhm gerne verkleinern mögte [1]).

Herr Palmer geht, wie mir ſcheint, in ſeiner Abhandlung gleich anfangs von unrichtigen Vorausſetzungen aus, wenn er den theoretiſchen Effect, der durch Dampf möglicherweiſe erreicht werden kann, durch das Waſſerquantum beſtimmt, was derſelbe beim Drucke einer Atmoſphäre 34 bis 35 Fuß hoch zu heben vermag, nachdem durch deſſen Condenſation ein Vacuum

---

1) Es ſcheint dies Anfechten des Herrn Palmer gegen die von allen Seiten beſtätigten großen Reſultate der Cornwalliſer Maſchinen noch ein Ueberbleibſel des alten Haſſes der engliſchen Engineers gegen ihren Collegen Woolf zu ſein, der die erſten dieſer herrlichen Cornwalliſer Maſchinen baute, und nach deſſen Princip auch alle ſpäter gebauten ausgeführt ſind. Hat Woolf hinſichtlich der expanſiven Wirkung der Dämpfe zuerſt auch manche Irrthümer aufgeſtellt, ſo haben dieſe Irrthümer doch zu etwas Großem und Herrlichem geführt, und, wie mich dünkt, hat derjenige ein um ſo größeres Verdienſt, der von ſo ſchlechtem Grunde ſo ſchnell ſich zu erheben vermag, als der, der ſogleich die richtige breite Straße wandelt. Auf Woolf kann man aber mit Recht das Sprichwort anwenden: der Prophet gilt nirgends weniger, als in ſeinem Vaterlande; denn die meiſte Anerkennung fand er in Frankreich, im Auslande, wo ſeine Maſchinen mehr denn irgendwo verbreitet ſind. Wer über dieſen Gegenſtand gerne etwas Ausführliches hören mögte, dem empfehle ich nachzuleſen das Gutachten, welches Herr John Farey am 5. Junius 1830 vor einem Comité des Hauſes der Gemeinen über die von Woolf erfundene ausdehnungsweiſe Anwendung des Hochdruckdampfes erſtattete, und welches vorkommt im Repertory of Patent Inventions, Sept. 1833, p. 173. Im Auszuge giebt daſſelbe das Dingler'ſche polyt. Journal, B. L. S. 81.

gebildet wurde, und der bei einem Cubikfuße Dampf von atmosphärischer Pressung den Cubikfuß Wasser zu 62½ Pfund Gewicht angenommen, $34 \times 62\frac{1}{2} = 2125$ Pfund, die 1 Fuß gehoben werden, beträgt. Sind seine Voraussetzungen aber unrichtig, so müssen es auch mehr oder weniger die Folgerungen sein, die er daraus zieht. Unmöglich wird Herr Palmer doch bestreiten können, daß noch eine andere Anwendungsweise des Dampfes möglich sei, wobei ein besserer Effect hervorgebracht werden könne, als hier durch seine Vernichtung, also so zu sagen negativ, durch ihn erzielt wird.. Man muß nach meiner Ansicht diesen negativen Effect sehr wohl von demjenigen unterscheiden, bei welchem der Dampf in positiver Wirkung gegen die Leere auftritt, die man in den gewöhnlichen doppelt wirkenden Maschinen von Watt sich immer als auf der entgegengesetzten Seite des Kolben vorhanden vorstellen kann, indem sie bei dem vorigen Kolbenhube durch die zuletzt erfolgende Verdichtung der Dämpfe erzeugt wurde. Betrachte ich den Dampf als bloßes Mittel, diese Leere zu bilden, sehe ganz von seinen Eigenschaften als elastische Flüssigkeit ab, dann freilich ist seine Wirkung zu Ende, wenn er den Raum erfüllt, worin durch seine Vernichtung die Leere gebildet werden soll, es ist von ihm kein weiterer Effect zu erwarten, als durch seine Vernichtung, seinen Tod. Um hier deutlicher die Sache vor Augen zu legen, will ich diese positive Wirkung der Dämpfe, als elastischer Flüssigkeit, in einem Beispiele, worin der von Herrn Palmer am meisten verunglimpfte Dampf, ich meine der Hochdruckdampf, selbst auftritt, um seinen Feind zu bekämpfen und zu widerlegen, in's Licht zu stellen versuchen. Herr Palmer wird, wenn er von diesem Dampfe und seiner Wirkung eine noch so schlechte Meinung hat, mir hoffentlich doch einräumen, daß derselbe unter dem Drucke von 8 Atmosphären den nämlichen mechanischen Effect hervorzubringen im Stande sei, den ein atmosphärischer Dampf von 8mal größerm Volumen erreicht, d. h. wenn ich mir ihn als gegen die Leere wirkend, und seine Anwendung in dieser Form, ohne alle gewöhnlichen Nebenhindernisse realisirt, also als eben so absolut

Digitized by Google

hingestellt denke, als Herr Palmer es bei seiner Annahme von der Benutzung des atmosphärischen Dampfes voraussetzt. Ich will bei der gewöhnlichen Weise, das Wasser durch Dampf zu fördern, stehen bleiben, und annehmen, der Dampf wirke in einem Dampfcylinder, und das Wasser werde durch eine Pumpe gehoben, die vom Cylinder aus in Bewegung gesetzt wird, alles jedoch, wie gesagt, ohne alle Reibung und die gewöhnlichen Nebenhindernisse, ohne allen und jeden Wärmeverlust durch die Wände des Cylinders u. s. w. Gesetzt nun, die Wirkung beginne und der Kolben hätte den Weg zurückgelegt, der nöthig ist, das oben berührte Volumen atmosphärischen Dampfes, zu Hochdruckdampf concentrirt, aufzunehmen, so würde diejenige Quantität Wasser durch dieses Dampfvolum gefördert sein, die Herr Palmer als Maximum des Effectes annimmt, und hiemit wäre jede Rechnung zum Vortheile dieses Volumen Dampfes zu Ende. Wenn man nun aber den Kolben so lange fortgehen läßt, bis er einen dreimal so weiten Weg als den zuerst gemachten zurückgelegt hat, so daß jenes Volumen Hochdruckdampf sich in einen dreimal so großen Raum ausgedehnt hat, so würde nach Herrn Palmer's Begriffen, da kein Dampf weiter in den Cylinder dringt, nun auch weiter keine Wirkung zu erzielen sein. Wer könnte aber so etwas wohl behaupten wollen. Gewiß Niemand, der nur einigermaßen mit den physischen Eigenschaften elastischer Flüssigkeiten, namentlich des Dampfes, vertraut ist. Offenbar würde durch eine solche Annahme der Natur der Dämpfe, als einer elastischen Flüssigkeit, große Gewalt angethan. Was Herr Palmer auch aufbieten mag, zu beweisen, daß Hochdruckdämpfe bei ihrer Ausdehnung verhältnißmäßig viel an Volumen einbüßten, da ein Theil derselben sich aus dem Grunde verdichten müsse, weil es ihm bei dieser Expansion an freier Wärme gebreche, durch welche er den größern Bedarf an latenter Wärme bestreite, so kann er doch nicht beweisen, daß der Effect auf den letzten $\frac{2}{3}$ des Kolbenhubes absolut Null werde, wobei offenbar angenommen werden müßte, daß aller Dampf als elastische Flüssigkeit völlig verschwände. Wo sollte denn der Wärmestoff desselben

Digitized by Google

bleiben, da nach unserer Voraussetzung kein Verlust desselben bei der Anwendung der Dämpfe im Cylinder durch dessen Wände Statt finden soll. Dampf kann sich nur ganz zu Wasser verdichten entweder dann, wenn er einer so großen Compression ausgesetzt ist [1]), daß seine Wassermoleculen sich bis zur Dichtigkeit des Wassers selbst nähern, oder dadurch, daß er alle diejenige Wärme, welcher er seine Verwandlung in Dampf verdankt, an einen andern Körper abgiebt, wie es bei seiner Condensation durch kaltes Wasser geschieht, wo dieses Wasser alle im Dampfe enthalten gewesene Wärme aufnimmt, und dadurch selbst auf eine höhere Temperatur gebracht wird. Kann aber der Dampf als Dampf nicht ganz verschwinden, so kann er auch nicht aufhören, wirksam zu sein, eine theilweise Verdichtung desselben bei der Ausdehnung kann auch nur seine Wirkung theilweise, nie ganz aufheben. Was aber seinen bei einer solchen Ausdehnung verlängerten [2]) Effect betrifft, so ist er so oft berechnet [3]), so vielfältig durch die Erfahrung bewiesen, so klar, daß derjenige blind mit sehenden Augen genannt

---

1) Dies scheint wenigstens sich durch die interessanten, in den Verhandlungen des Preußischen Gewerbvereins (2. Jahrg. S. 187) beschriebenen, Versuche des Herrn Cagniard de Latour zu bestätigen. Dr. Dionys. Lardner und viele andere Physiker nehmen eine solche Verdichtung der Dämpfe zu Wasser durch Compression nicht an (vid. London and Edinburgh philosophical Magazine and Journal of sciences, Jul. 1833, p. 38).

2) Herr Emil Köchlin (Bulletin de la société de Mulhaus. N. 42 u. 43 — Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 162) bedient sich dieses allerdings passenden Ausdruckes in folgenden Worten: Der Vortheil ist durchaus auf Seiten der Expansionsmaschinen, weil die Wirkung des Dampfes bei diesen, theoretisch betrachtet, verlängert und folglich vergrößert ist.

3) Die vorzüglichste Formel für die Expansion der Dämpfe im Dampfcylinder und ihres dynamischen Effectes ist die von Choffel (vid. Bulletin de la soc. de Muln. N. 42 u. 43 — Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 345). Die meisten frühern Schriftsteller bedienen sich jedoch einer andern und zwar folgender Formel:

$$N \frac{1 + \log. hyp. k}{K} - n$$

worin N den Druck des Dampfes in Atmosphären, n der Gegendruck, k die Zahl, wieviel man das ursprüngliche Volumen des Dampfes durch die Ex-

Digitized by Google

zu werden verdient, der ihn nicht zu finden verſteht. Kann aber der Effect der Dämpfe auf dieſem letzten Zweidrittel des Hubes nicht Null ſein, ſo muß er doch fühlbar werden, ich mag ihn noch ſo ſehr verkleinern wollen, wird er aber fühlbar, ſo iſt und bleibt er immer eine Zugabe zu jenem Effecte, den Herr Palmer als den einzig und abſolut zu erreichenden darzuſtellen verſucht. Habe ich Herrn Palmer recht verſtanden, ſo ſchlägt er den Verluſt durch Verdichtung bei der Ausdehnung der Hochdruckdämpfe eben nicht hoch an, wenn er ſagt: dieſer ſtände in genauerm Verhältniſſe zu dem Vortheile, den die Erzeugung hochdrückender Dämpfe dadurch gewähre, daß ſolche nach Maaßgabe ihres Volumens weniger Dichtigkeit beſäßen, folglich weniger Waſſer enthielten, als die mit niederm Drucke, in ſo ferne ſie durch den größern Antheil freier Wärme in einen Zuſtand einer größern Ausdehnung verſetzt wären. Da dieſer Vortheil, wie ich bald zeigen werde, von keiner großen Bedeutung ſein dürfte, ſo kann der Nachtheil eben ſo wenig als wichtig angeſehen werden.

Herr Emil Köchlin hat l. c. das Weſen der Dämpfe, als einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, viel richtiger gewürdigt, wenn er ihrer expanſiven Anwendung in den Dampfmaſchinen gehöriges Gewicht einräumt, und ihren theoretiſchen Effect durch die Expanſion als ſehr vortheilhaft modificirt darſtellt. Nehmen wir auch an, daß ſeine Berechnungen die Vortheile der Expanſion zu eminent darſtellen, ſo dürfte er doch der Wahrheit nicht ferner treten, als Herr Palmer, der den theoretiſchen Gewinn

---

panſion vermehrt, andeutet. Sie führt jedoch zu weniger richtigen Reſultaten als die Choffel'ſche.

Eine ſehr ausführliche und faßliche Berechnung des dynamiſchen Effectes des durch Expanſion wirkenden Dampfes hat Guſtav Bernoulli in Baſel in Dingler's polytechn. Journ. B. XLVII. S. 401 gegeben. Auch in Profeſſor Chriſtoph Bernoulli's Dampfmaſchinenlehre (2. Auflage S. 102 seq.) ſind verſchiedene Formeln für dieſe Berechnung, namentlich die von Dufour und Prechtl, angegeben. Ueberhaupt empfehle ich das ganze dieſen Gegenſtand betreffende 9te und 10te Capitel des 2ten Abſchnittes dieſes Werkes ſehr zur Beachtung.

Digitized by Google

der Expansion völlig weg zu disputiren versucht, was doch nach dem Vorhergehenden unzulässig ist. Wenn Herr Emil Köchlin in seinen l. c. vorgelegten Berechnungen 10 Kilogramm Dampf, die während einer Minute in Anwendung kommen, in einer Maschine mit niederm Drucke, und bei einer Pressung von $\frac{1}{4}$ Atmosphäre über den gewöhnlichen Luftdruck, nur einen Effect von 37,8 theoretischen Pferdeskräften beilegt, während dieselbe Menge Dampf in ein, einem Drucke von 8 Atmosphären entsprechendes Volum zusammengedrängt, und bei einer Absperrung auf $\frac{1}{4}$ des Hubes die Wirkung von 87,18 theoretischen Pferdeskräften hervorbringen soll, so muß er als ein Mann, der so viele Expansionsmaschinen unter seinen Händen und Augen hat, und in der Dampflehre, wie man aus seiner Abhandlung sieht, und von allen neuern Versuchen in der Sphäre derselben so gründliche Kenntnisse besitzt, gewiß seine triftigen Gründe haben, von der Expansion so vortheilhaft zu urtheilen, und sein Urtheil verdient gewiß eben so viel Vertrauen, als das des Herrn Palmer, das sich auf bloße einseitige Hypothesen stützt. Letzterer fußet nämlich bei seinem ganzen Raisonnement auf Sätze, über welche wir durchaus noch nicht ganz im Reinen sind, wenn gleich viele Erfahrungen dafür sprechen, und wichtige Auctoritäten sie aufstellten. Er entscheidet nämlich die wichtige Frage: ob die Wärmemenge, die der Dampf in sich schließt, bei verschiedenen Druckgraden veränderlich oder constant sei? mit Clement Desormes geradezu bejahend [1]), und stellt darnach die gebundene Wärme, als nach den Druckgraden, und in Bezug auf den mit höhern Pressungen sich vergrößernden Antheil an freier oder sensibler Wärme, veränderlich vor. Die Meinung von Desprez, Dulong, Southern,

1) Oben habe ich schon angeführt, daß Herr Cheval. de Pambour in neuester Zeit bei seinen Versuchen mit Locomotiven die Ansichten Clement Desormes bestätigt gefunden hat (vid. Memorial encyclopéd. Decemb. 1838 — Dingler's polyt. Journ. B. LXXI. S. 479). Clement's Versuche über den Wärmegehalt der Dämpfe bei verschiedenen Temperaturen und Druckgraden hat Herr Poisson in den Annales de Chimie, Tom. 23. aufgeführt.

Digitized by Google

welche Männer das Gegentheil annehmen, und durch Versuche gefunden haben wollen, berücksichtigt er im Gegentheile gar nicht, oder kennt sie vielleicht auch nicht. Gewagt erscheinen daher auch alle seine aus bloßen Hypothesen gezogenen Schlüsse, und schwerlich ist zu begreifen, wie er von einem so unsichern und schwankenden Standpunkte aus über Erfahrungen absprechen kann, die seit Jahren von allen Seiten her Bestätigung finden, und durch amtliche Berichte beglaubiget werden.

Und wirklich angenommen, Herrn Emil Köchlin's Berechnungen seien, was man aus dem ungünstigen, bei den Expansionsmaschinen Statt findenden Verhältnisse des Nutzeffectes zu dem von ihm berechneten theoretischen wohl nicht ganz mit Unrecht schließen darf, nicht ganz richtig, überstiegen die Wirklichkeit bedeutend, so wird, selbst bei größern Abzügen dennoch ein großes Resultat bleiben, dem Herr Palmer mit allen seinen Verehrern in England vergebens seine Fruchtbarkeit für das Leben zu entreißen streben wird, und das den Sieg der Hochdruckmaschinen mit Expansion über die Maschinen mit niederm Drucke für alle Zeiten begründet. Sehr zu bedauern ist es nur, daß Herrn E. Köchlin bei den mit Hochdruckmaschinen wirklich angestellten Versuchen keine bessern Exemplare solcher Maschinen als die von Cavé [1]) und Saulnier zu Gebote standen, sonst würde er auch auf dem Wege der Erfahrung gefunden haben, daß gute und zweckmäßig construirte Hochdruckmaschinen hinsichtlich ihres Nutzeffectes weit weniger hinter der theoretischen Wirkung zurückstehn, als er nun angegeben hat. Die von ihm geprüften Hochdruckmaschinen arbeiteten offenbar unter einem viel zu geringen Drucke, mit einem viel zu großen Geschleppe, die von Cavé, wie ich vermuthe, und aus der mir vorliegenden Beschreibung derselben schließen muß, nicht einmal mit Expansion.

1) Was man von den Cavé'schen Maschinen zu halten habe, erhellt aus dem Bulletin de la société industr. de Mulhaus. N. 4, pag. 226, und aus dem Dingler'schen polyt. Journ. B. XXIX. S. 112; ferner aus den Annales de l'industrie francaise et étrangère, Tom. VI. N. 3, 1830, und aus Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 82.

Digitized by Google

Es sei mir erlaubt, diesen Bemerkungen über Herrn Palmer's Ansichten noch eine Prüfung und Würdigung der wirklichen Größe desjenigen Verlustes anzuschließen, der nach Palmer bei der Expansion der Dämpfe entstehen und ihre Vortheile ganz vernichten soll. Ich will dabei beide bisher aufgestellte Ansichten über den Wärmegehalt verschieden gespannter Dämpfe, und über das Verhältniß der latenten und freien Wärme in ihnen zu berücksichtigen versuchen.

Nimmt man, wie Herr Palmer, mit Clement Desormes an, daß die Wärmemenge im Dampfe, d. h. im gesättigten, gleichviel von welcher Pressung und Temperatur derselbe ist, immer constant, d. h. = 650 Wärmeeinheiten sei, so würde ein Dampf, wie ich ihn anwende, d. h. ein solcher von 8 Atmosphären Pressung, der nach den neuesten, von der französischen Academie entworfenen, und durch eine Reihe sehr großartiger und kostspieliger Versuche bestätigten Tabelle eine Temperatur von 173° besitzt [1]), an latenter Wärme enthalten 650° — 173° = 477°, während die angeführten 173° seine freie Wärme bezeichnen. Würde dieser Dampf sich auf das Dreifache seines ursprünglichen Volums ausdehnen, so wird er an freier Wärme noch 133° und also an latenter 650° — 133° = 517° behalten. In diesem Zustande der Ausdehnung muß er, in so ferne er alle 650 Wärmeeinheiten enthält, völlig gesättigter Dampf bleiben, während er 40° freie Wärme latent gemacht hat. Deshalb kann auch, wenn ihm keine Wärme durch die ihn einschließenden Cylinderwände entzogen würde, strenge genommen, kein Theil desselben sich verdichten, d. h. in den tropfbar flüssigen Zustand zurücktreten. Da nun aber Dampf von 173° mehr freie Wärme als der von 133° besitzt, so wird sein Volumen durch die Temperaturerhöhung von 133° bis auf 173° für jeden Grad nach Dalton und Gay Lussac um 0,00375 des Volumens bei 0 zugenommen haben [2]), was hier,

1) Es sind hier Grade des hunderttheiligen Thermometers, dessen man sich in Frankreich allgemein bedient, verstanden. 173° Centes. Maaßes sind 138,4° Reaum.

2) Nach mehrern englischen Physikern, unter andern nach Prideaux,

Digitized by Google

da der Unterschied zwischen beiden Temperaturen sich bis auf 40° beläuft, für den Dampf von 8 Atmosphären Pressung $40 \times 0{,}00375 = 0{,}15000$, also beinahe $\frac{1}{7}$ beträgt. Gerade um so viel muß er aber weniger Wasser als der Dampf von 133° enthalten [1]), und daher auch, um sich bis zu der diesem entsprechenden Temperatur herunter auszudehnen und gesättigt zu bleiben, so viel Volumen einbüßen, oder, wenn ich so sagen soll, sich zusammenziehn. Erwägt man nun aber, daß der Verlust nur nach und nach in dem Grade wächst, als die Ausdehnung zunimmt, so kann hier als wirklicher Verlust nur höchstens die Hälfte desselben in Rechnung kommen; er wird also $\frac{1}{14}$ betragen, ein Verlust, der gegen den großen Gewinn, der aus der dreifachen Ausdehnung erwächst, und der gegen $100\frac{0}{0}$ beträgt, in gar keinem Verhältnisse steht [2]).

Nimmt man mit Southern nur die gebundene Wärme

---

beträgt diese Zunahme um jeden Fahrenheit'schen Grad $\frac{1}{480}$. Nach ihm verhält sich die Kraft des Dampfes gerade wie die Dichtigkeit, multiplicirt mit $\frac{448}{450}$ für jeden Grad der erhöhten Temperatur, indem der Wärmestoff mit der Dichtigkeit allein correspondirt (Annales of Philosophy, Dec. 1825, pag. 432 — Dingler's polyt. Journ. B. XIX. S. 513).

1) Um so viel würde er aber auch weniger Brennstoff zu seiner Entwicklung im Kessel erfordern. Stellt man ihn in dieser Hinsicht gegen den Dampf von atmosphärischer Pressung, so wird der Gewinn an Brennstoff betragen: $73 \times 0{,}00375 = 0{,}27375$, also über $\frac{1}{4}$ betragen.

2) Herr Joseph Köchlin (im Bulletin de la soc. industr. d. Mulhaus. N. 42 und 43) und in Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 253 unten) nimmt auch eine bedeutende Volumsvergrößerung hochdrückender Dämpfe durch ihre höhere Temperatur an, und glaubt, daß ihre theoretische Kraft im Verhältnisse dieses Volums zunehme. Er stellt folgende Berechnung darüber an, indem er sagt: 10 Kilogramm Dampf von 100° Cent. oder 1 Atmosphäre, nehmen 16,960 Cubikdecimeter Raum ein; steigern wir dieselbe Menge Dampf auf 10 Atmosphären oder 181,6°, so wird sie 2073,6 Cubikdecimeter erfüllen. Nach dem Mariott'schen Gesetze sollten diese 10 Kilogramme nur $\frac{16{,}960}{10} = 1696$ einnehmen, also bleibt ein Ueberschuß von 377,6 Cubikdecimeter, durch welchen die Kraft in dem Verhältnisse von 377,6 : 1696, oder ungefähr um $\frac{1}{4{,}4}$ vermehrt wird.

Digitized by Google

in Dämpfen von allen Druckgraden als conſtant = 550 an, ſo enthält Dampf von 8 Atmoſphären 550 + 173 = 723 Wärmeeinheiten, während der von 133° nur 550 + 133 = 683 in ſich faßt. Auch hier beträgt der Unterſchied 40°, und das Uebrige der Rechnung ſtellt ſich dann wie vorher.

Ob die Erfahrung mit dieſer Rechnung mehr zuſammentreffe, als mit der Palmer'ſchen, überlaſſe ich jedem Unpartheiiſchen, wenn er theils dasjenige damit vergleicht, was Herrn Emil Köchlin's Verſuche mit verſchiedenen Syſtemen von Dampfmaſchinen hinſichtlich des Verhältniſſes des wirklichen Effectes zum theoretiſchen herausgeſtellt haben, theils dem ein geneigtes Ohr ſchenken will, was ich in dieſer Schrift aus meiner Erfahrung über die Reſultate der Expanſion angeführt habe, und ſogleich und ſpäter noch anführen werde. Wenn ich das bei meinen Berechnungen zum Grunde gelegte Beiſpiel von einem Hochdruckdampfe nahm, wie ich ihn in meiner Praxis anwende, ſo habe ich dadurch meinen Anſichten und Grundſätzen entgegen zu kommen, und ihre Beurtheilung zu erleichtern geſucht.

Noch kann ich nicht unerwähnt laſſen, daß Herr Palmer in ſeiner Abhandlung häufig auch in ſeinen Beweismitteln ſich vergreife. Dies mögte ich ihm da vorzüglich vorwerfen, wo er die Temperaturverminderung in die Atmoſphäre ausblaſender, und ſich bis zu ihrem Drucke herunter ausdehnender Dämpfe von höherer Preſſung allein dem plötzlichen Latentwerden des größten Theils der freien Wärme im Hochdruckdampfe zuſchreibt. Er ſtellt hier offenbar wieder eine bloße Hypotheſe, die noch vielfältig angegriffen wird, als ausgemachte Wahrheit auf, und berückſichtigt durchaus nicht die Meinung anderer Phyſiker, die zum Theil jene merkwürdige Erſcheinung durch eine ſtarke Luftſtrömung [1]) erklären, welche der ausſtrömende Dampf um ſo ſtärker erzeugt, von je höherm Drucke er iſt, und mit je größerer Geſchwindigkeit ſein Ausſtrömen erfolgt, und welche Mei-

1) London Journal of arts, Jul. 1827, pag. 275. — Dingler's polyt. Journ. B. XXVI. S. 93.

nung durch Will. Nicholson's[1]) und Pelletan's[2]) neuere Entdeckungen allerdings einige Wahrscheinlichkeit gewonnen hat. Hätte Herr Palmer die Ausdehnung der Dämpfe in verschlossenen Räumen thermometrisch untersucht, und dann die nämlichen Erscheinungen beobachtet, wie hier bei ihrem Ausströmen in die freie Luft, so würde er allerdings mehr Vertrauen verdienen, als bei dem bloßen Fechten mit unsichern Hypotheſen, aber gewiß auch ganz andere Resultate erhalten haben. Ueberhaupt spricht Herr Palmer über manche bis jetzt noch nicht erklärte Phänomene mit einer Sicherheit, die den Verdacht einer Ungründlichkeit von seiner Seite mehr erregt, als entfernt, zu geſchweigen, daß er sich oft in offenbare Widersprüche verwickelt, um seine gewagten Behauptungen durchzuführen, und Thatsachen heranholt, von denen man eigentlich nicht begreifen kann, wie sie zu seinem Raisonnement passen sollen. Dies gilt namentlich von der Abnutzung der Geländergriffe durch öftere Berührung mit der Hand und anderen mehr. In Widersprüche verwickelt er sich aber theils dadurch, daß er im Anfange seiner Abhandlung die Wasserdämpfe immer mit permanenten Gasen vergleicht, ein anderes Mal aber Herrn Dr. Robison bitter tadelt, wenn er daſſelbe thut, theils anfänglich hartnäckig die Vortheile der expansiven Wirkung der Hochdruckdämpfe wegleugnet, während er nahe am Schlusse seiner Abhandlung offenbar ihren Nutzen in Hinsicht auf Brennmaterialersparung anerkennt. So weiß man denn am Schlusse dieser Abhandlung eigentlich wenig mehr als im Anfange, und wird mehr durch seine Beweise und Behauptungen am Schlusse verwirrt, als von dem überzeugt, was er beweisen will. Ja zuweilen mögte man sich sogar versucht glauben, dem Hochdruckdampfe erst recht seine Gunst zuzuwenden, vorzüglich nach dem, was er von den großen Vortheilen spricht, die er bei seiner Erzeugung

---

1) Gill's technical Repository, Sept. 1825, pag. 161. — Dingler's polyt. Journ. B. XIX. S. 288.

2) Journal des connaissances usuelles, Avr. 1834, pag. 188. — Dingler's polyt. Journ. B. LII. S. 408.

Digitized by Google

gewähren soll. Ich muß aufrichtig bekennen, daß ich bei aller meiner Vorliebe für den Hochdruckdampf diese Vortheile mir nie so groß gedacht, viel weniger ihnen bei meinen Berechnungen ein großes Gewicht eingeräumt habe, wenn gleich ich es mir immer kaum habe erklären können, wie bei meinen Hochdruckmaschinen eine größere Kraftleistung nie in einem graden Verhältnisse stehe zum Brennmaterialverbrauche. Wöchentlich zweimal habe ich diese Erfahrung an der kleinen Dampfmaschine der Maschinenbauanstalt in Güstrow, wobei ich früher interessirt war, vor Augen gehabt. Diese Dampfmaschine arbeitete für gewöhnlich nur mit der Kraft von 3 Pferden bei 70 bis 80 Pfund Druck auf den Quadratzoll im Kessel, setzte aber an den Gießtagen das große Gebläse der Gießerei, welches jede Minute zwischen 600 bis 700 Cubikfuß Luft von atmosphärischer Pressung einsaugt, und sie mit einem Drucke von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{8}$ Pfund in den oder die Cupelöfen fördert, und früher die Kraft zweier sehr starker Pferde in Anspruch nahm, mit in Betrieb, leistete also beinahe die doppelte Kraft, während ihr Brennmaterialverbrauch bei einem Dampfdrucke von 120 bis 130 Pfund auf den Quadratzoll im Kessel noch nicht um die Hälfte stieg [1]).

Auffallend in Herrn Palmer's Abhandlung ist vorzüglich der Schluß derselben, wo er die Vortheile der Expansion an Maschinen mit niederm Drucke sehr hervorhebt, und sogar bei Hochdruckmaschinen nicht absolut in Abrede zu stellen scheint. Er verfährt dabei wie alle Leute, die in vorgefaßten Meinun-

---

1) Oliver Evans sagt in seinem Manuel du constructeur de machines à vapeur, traduit de l'anglais par Doolittle: Er habe aus Erfahrung gefunden, daß, wenn 4 Scheffel Kohlen Dampf vom Drucke Einer Atmosphäre erzeugen, 5 Scheffel genügen, um eine doppelte Kraft hervorzubringen. Ferner will er aus Erfahrung wissen, daß die doppelte Brennstoffmenge, welche nöthig ist, um eine gewisse Kraft in einer Maschine mit niederm Drucke zu erzeugen, 16mal so viel in einer Maschine mit Expansion und 8 Atmosphären Druck hervorbringt. Dieses Resultat scheint mir jedoch übertrieben, und bestätigen seine Maschinen seine deshalb gelieferten, aber unrichtigen Berechnungen nicht.

Digitized by Google

gen beharren, d. h. er ſucht den Grund in andern Umſtänden, die ſo gut wie nichts ſagen, da ſie an allen Dampfmaſchinen obwalten. Er verlangt zu ſeiner Widerlegung mit dem großen Telfort Thatſachen, weiſet aber alle ihm gegebenen zurück. Wie iſt nun ein ſolcher Mann von der Unrichtigkeit der von ihm aufgeſtellten Behauptungen und Schlüſſe zu überzeugen?!

Es ſei mir erlaubt, Herrn Palmer am Schluſſe dieſer meiner durch die Wichtigkeit des Gegenſtandes mir abgedrungenen Bemerkungen noch zwei Fragen vorzulegen, von welchen die erſte aus dem Leben genommen iſt.

1) Wie kommt es, daß Hochdruckdampf von 3 Atmosphären Druck (d. h. über den Druck der atmosphäriſchen Luft), wenn er in meinen Hochdruckmaſchinen auf das dreifache Volumen ausgedehnt wird, bei Oeffnung der Exhauſtionsöffnungen im Cylinder, doch noch mit einer namhaften Spannung, die das ſtarke Geräuſch, womit er ausfährt, deutlich beurkundet, den Cylinder verläßt? — Mehr als hundertmal habe ich mich von der Wahrheit dieſes Umſtandes überzeugt. Wäre aber eine ſolche Erſcheinung möglich, wenn die ſich ausdehnenden Dämpfe viel Abzug durch Verdichtung erlitten? Müßte in dieſem Falle bei Oeffnung der Exhauſtionsöffnungen im erſten Augenblicke nicht eher atmosphäriſche Luft in den Cylinder einſtrömen, indem der Druck der Dämpfe durch Ausdehnung und dadurch bewirkte Verdichtung eines Theils dieſer Dämpfe unter den der äußern Atmosphäre hätte heruntergehen müſſen? —

2) Wenn Herr Palmer auch die außerordentlichen Wirkungen der großen Cornwalliſer Waſſerhebungsmaſchinen bezweifelt [1]), ſo frage ich: Sollten die Erbauer gar keine

1) Nachrichten über die allmählige Verbeſſerung dieſer Maſchinen und den nach und nach immer mehr geſteigerten Effect derſelben ſehe man in Annales of Philosophy, Mart. 1827, pag. 235. — Philosophical Magazine, 1827, Octob., pag. 309. — London Journal of arts, Febr. 1829, p. 288. — Brewster's Edimburg Journ. of science, April 1832, p. 102. — Repertory of Patent invent., Aug. 1833, p. 98, Jun. 1833, p. 373. — Me-

Digitized by Google

Vortheile von ihrem Systeme haben? — Sollten sie fortfahren, nach demselben zu bauen, wenn es keine Vortheile gewährte? [1] — Haben wir denn keine andern Zeugnisse für diese Maschinen, als die ihrer Erbauer? [2] und sind diese Erbauer die einzigen Sprecher für das Expansionsprincip? — Giebt es keine andere Maschinen, die den Beleg liefern können für seine Vortheile? — Gesteht

chanics Magazine, N. 567. — Repertory of Patent invent., Dec. 1834, p. 377. — Mechan. Magaz. N. 661, 643. — Die Berichte des französischen Ingenieurs Combes in den Annales de mines, 1834, worin derselbe auch die Abbildung einer der neuesten dieser Maschinen liefert. — Dingler's polyt. J. B. XXIV. S. 389, XXVI. S. 453, XXXII. S. 402, XXXVII. S. 402, XLV. S. 331, XLIX. S. 327 und 393, LIII. S. 454, LV. S. 165 und 468, LXI. S. 1, LXII. S. 73.

1) Herr Joseph Köchlin (vid. Dingler's pol. Journ. B. LXII. S. 243 unten in der Note) erklärt sich die außerordentlichen Resultate der Cornwalliser Maschinen auf eine Weise, die sehr viel Beachtung verdient, und die ich deshalb zu berücksichtigen empfehle. Am Schlusse der Note sagt er, daß diese Cornwalliser Maschinen die einzigen wären, deren Nutzeffect der theoretischen Kraft des Dampfes sehr nahe komme. Er muß also ganz andere Begriffe von dieser theoretischen Kraft der Dämpfe haben, als Herr Palmer. Auf wessen Seite Thatsachen sprechen, überlasse ich der Würdigung meiner Leser. Man vergleiche hier auch die weiter unten angeführten Berechnungen von Galloway und die von C. B. in Dingler's pol. Journ. B. LV. S. 170.

2) Man vergleiche hier die Aussagen der Commission, welche von der Connecticut-Dampfcompagnie zur Erforschung der Ursachen der Explosion des Dampfschiffes Neu-England, die sich am 9. October 1833 zu Essex auf dem Hudson ereignete, bestellt war, und neben Silliman, Denison, Ormstrud, Professor der Naturgeschichte, mehrere berühmte Mechaniker zu ihren Mitgliedern zählte.

Ganz in neuester Zeit sind die Leistungen der Cornwalliser Maschinen noch wieder ein Gegenstand mehrerer Abhandlungen und Discussionen vor der Institution of civil engineers in London gewesen. Schon E. Galloway untersuchte die Maschinen 1833, und erklärte (Repertory of Patent-inventions, Aug. 1833, p. 98, und Dingler's polyt. Journ. B. XLIX. S. 327): er habe die Leistungen noch größer gefunden, als sie angegeben würden. Vor ihm hatte Rennie im Auftrage der Admiralität schon Versuche dort angestellt. Besondere Aufmerksamkeit erregten die Mittheilungen des Herrn Thomas Wicksteed und des Herrn Parkes, die die glänzenden Wirkungen derselben von Neuem bestätigten, indem ersterer bei einem

Digitized by Google

Herr Palmer die Vortheile deſſelben bei niederm Drucke nicht ſelbſt ein? — Warum ſollte es bei hohem Drucke gar nichts leiſten? — Sollten Dämpfe von niederm Drucke bei ihrer Expanſion ganz andern Geſetzen folgen, als Hochdruckdämpfe? Warum ſollte der verſtändige Watt, der auch das Expanſionsprincip ſehr wohl kannte, es ſo wenig bei ſeinen Maſchinen angewendet haben, wenn es bei die-

---

genau angeſtellten Verſuche mit einer der Cornwalliſer Maſchinen, wobei er das von derſelben geförderte Waſſer auffing, fand, daß dieſe Maſchine mit einem Buſhel Steinkohlen 102, 721, 323 bis 117, 906, 992 Pfund Waſſer auf Eines Fußes Höhe hob. Mehrere ſeiner Verſuche mit Cornwalliſer Maſchinen ſind beſchrieben im civil engineer and architect's Journal, Decemb. 1838, p. 408, und in Dingler's polyt. J. B. LXXI. S. 292.

Ueber die Urſachen der außerordentlichen Wirkungen dieſer Maſchine ſehe man E. Galloway l. c. nach. Er hat ſie ſehr ausführlich entwickelt, und ſeine Berechnungen kommen den wirklich erreichten Reſultaten ſehr nahe.

In neueſter Zeit iſt eine Cornwalliſer Maſchine in London und zwar an den East London Waterworks mit einem Cylinder von 80 Zoll Durchmeſſer aufgeſtellt worden, und hat endlich alle Zweifel gehoben, indem ſie ſchon bei einem Abſchluß der Dämpfe auf Eindrittel des Kolbenhubes 72 Millionen Pfund Waſſer mit 1 Buſhel Kohlen, noch dazu von einer ſchlechtern Sorte Kohlen, hebt, bei früherm Abſchluß nach Cornwalliſer Art aber gewiß noch mehr leiſten würde. Herr Armſtrong hat dies in dem Civil Engin. and archit. Journ. Jan. 1840, p. 4, außer Zweifel geſetzt, auch iſt ſpäter noch in dem nämlichen Journale (Febr. 1840, p. 65) eine Bekanntmachung der Reſultate dieſer Maſchine erſchienen, die Herrn Armſtrong's Angaben beſtätigt, und die uns eine vollſtändige Beſchreibung und Abbildung dieſer intereſſanten Maſchine, ſo wie einen vollſtändigen Bericht über ihre Leiſtungen durch Herrn Wicksteed verheißt (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXXV. S. 418, LXXVI. S. 91). Auf welche Weiſe wird Herr Palmer ſolche Thatſachen widerlegen? — Wird er auch nun noch nicht hingehen, ſehen und — glauben? — Er hat ja nun Thatſachen zum Beweiſe vor der Thür.

Man vergleiche hier noch die Verſuche, die ein Herr Watt in neuerer Zeit nach dem Civil engineer and architect's Journ., Apr. 1839, hinſichtlich der Vortheile des Expanſionsprincips an mehreren größern Hochdruckmaſchinen gemacht hat, und die von ihm erhaltenen ſehr günſtigen Reſultate. Er erſparte ſchon beim Abſchluß der Dämpfe auf die Hälfte des Kolbenhubes 25 Procent an Brennmaterial (vid. Dingler's polytechn. Journal B. LXXII. S. 463).

Digitized by Google

sen vorzugsweise Vortheil verspräche? — Warum wäre die Hornblower'sche Maschine, die erste mit niederm Drucke, worin das Expansionsprincip in größerer Ausdehnung angewandt wurde, so bald vergessen worden, während die Woolf'schen Maschinen immer mehr in Aufnahme kamen? — Herrn Palmer's Gründe für eine vortheilhaftere Anwendung des Expansionsprincips bei niederm Drucke stehen gut auf dem Papiere, nur schade, daß sie nicht aus der Erfahrung geschöpft sind, daß diese ihnen im Gegentheile widerspricht. Die neuern Ansichten über das Verhältniß der freien zur latenten Wärme in Dämpfen von verschiedenem Drucke und über den Grad der Ausdehnung derselben durch ihre freie Wärme haben den Herrn Palmer offenbar zu weit geführt. Leute, die in vorgefaßten Meinungen leben und in Theorieen sich bewegen, verfallen, wenn sie einige Anhaltspunkte zum Rechnen gefunden zu haben meinen, leicht in den Fehler, die Natur nach ihren Ansichten und Calculationen zu modeln, und so ihr Gewalt anzuthun, und Schlüsse und Folgerungen zu ziehen, die sich in Wahrheit nicht bestätigen.

Um Herrn Palmer durch die Erfahrung recht entscheidend zu widerlegen, und die großen Vortheile der Anwendung des Expansionsprincips auf Hochdruckmaschinen allen denen, die durch seine dagegen erhobenen Zweifel in ihren Ansichten darüber wankend gemacht sein könnten, recht vor Augen zu legen, will ich hier noch einen Versuch anführen, den ich mit der in der Maschinenbauanstalt in Güstrow arbeitenden Hochdruckmaschine angestellt, und zu mehreren Malen wiederholt habe.

Vor diesem Versuche arbeitete diese Maschine regelmäßig mit 80 Umgängen in der Minute, und einem Drucke von 135—140 Pfund auf den Quadratzoll, setzte das große Gebläse für die Gießerei, das kleinere für die Schmieden und 6—7 Drehbänke in Betrieb, und der Dampf wurde bei ihr, wie gewöhnlich, auf $\frac{1}{3}$ des Hubes abgeschlossen.

Nachdem ich die Maschine in Stillstand versetzt, und den Expansionsschieber außer Thätigkeit gesetzt hatte, ließ ich ein

Digitized by Google

ſtarkes Feuer auf dem Roſte anſchüren, und ſolches die ganze Zeit des Verſuchs über in gleicher Stärke erhalten. Die Intenſität deſſelben übertraf die ſonſt beim Betriebe der vorhergenannten Nutzlaſt angewandte wenigſtens um die Hälfte.

Nachdem ich die Maſchine wieder in Betrieb geſetzt hatte, begann ſie anfangs ihre Arbeit mit verſtärkter Geſchwindigkeit, dieſe wurde jedoch ſogleich vom Gouverneur auf die normale von 80 Umgängen in der Minute zurückgeführt. Das Manometer zeigte beim Beginnen ihrer Bewegung einen Druck von 150 Pfund auf den Quadratzoll an. Man ſah es ihr an, daß ſie ihre Arbeit mit einer viel größern Kraft anfing, als diejenige war, die ſie gewöhnlich bei Anwendung des Expanſionsprincipes ausübte, indeſſen minderte ſich dieſe mit ihrer Geſchwindigkeit auf Veranlaſſung des Gouverneurs ſogleich.

Obgleich das Feuer fortwährend in gleicher Intenſität erhalten wurde, bemerkte ich dennoch ſchon in der erſten Minute ein beträchtliches Sinken der Dampfſpannung. Nach Verlauf von 5 Minuten zeigte das Manometer nur noch 105 Pfund Druck auf den Quadratzoll, und nach 10 Minuten 75 Pfund. Die Maſchine verlor in demſelben Verhältniſſe nach und nach an Kraft und Geſchwindigkeit, und nach Verlauf von 10 Minuten war ihr Gang, obgleich wir einen Theil der Drehbänke in Ruhe verſetzten, ſo kraftlos und langſam geworden (ſie machte kaum noch 50 Umgänge in der Minute), daß wir, ohne den Betrieb der Gießerei und Werkſtätte ganz zu ſtören, nicht weiter mit dem Verſuch fortfahren konnten.

Ich hielt ſie nun einen Augenblick an, und ſetzte den Expanſionsſchieber wieder in Thätigkeit. Bei Erneuerung ihrer Bewegung war die Dampfſpannung im Keſſel auf 100 Pfund geſtiegen, und ich ließ wie vorhin fortfeuern. Die Maſchine begann ihre Bewegung wieder mit circa 60 Umgängen in der Minute, ihre Kraft und Geſchwindigkeit, ſo wie die Spannung der Dämpfe im Keſſel ſtiegen jedoch innerhalb 12 Minuten auf die frühere, vor dem Verſuche beobachtete Höhe. Als dieſe erreicht war, ließ ich mit dem ſtarken Feuern inne halten, und in der ſonſt gewöhnlichen Weiſe darin fortfahren,

Digitized by Google

worauf die Maſchine wie vor dem Verſuche ihre Arbeit regelmäßig fortſetzte, und die Spannung im Keſſel bei geſetzlicher Intenſität des Feuers ſich in normaler Höhe erhielt.

Hätte ich den Verſuch nicht mehrere Male wiederholt, und immer ganz dieſelben Reſultate erhalten, ſo würde ich ſelbſt an der Unfehlbarkeit derſelben gezweifelt haben, nun aber fordere ich den Herrn Palmer mit voller Zuverſicht in die Schranken, und kann er dieſelben nicht befriedigend nach ſeiner Weiſe und ſeinen Anſichten zu Gunſten erklären, ſo möge er mir erlauben, dieſe Verſuche und ihre Reſultate für eine derjenigen Thatſachen zu halten, nach denen er ſo verlangt, und nach deren Anerkennung Bekehrung von ihm zu erwarten ſein dürfte.

Warum Herr Palmer die äußere Erhitzung der Dampfcylinder für völlig nutzlos erachtet, um dem Dampfe bei ſeiner Ausdehnung, wenn auch nicht alle, doch einen Theil freier Wärme zuzuführen, und ſo den oben bezeichneten Verluſt bei ihrer Ausdehnung einigermaßen zu erſetzen, verſtehe ich nicht. Wenn Woolf dieſer äußern Erhitzung der Cylinder bei der Expanſion zu viel Einfluß einräumte, und davon zu große Reſultate verſprach, ſo iſt das kein Grund, ihre Vortheile ganz abzuleugnen [1]). Ich erwärme meine Cylinder nicht, und zwar, wie ich oben ſchon bemerkt habe, aus dem Grunde, um meine Hanfkolben in Feuchtigkeit zu erhalten, und ſo ihren dampfdichten Gang zu bewahren, was nur geſchieht, wenn die Wände des Cylinders durch einen kleinen Theil ſich verdichtender Dämpfe immer angefeuchtet werden [2]). Daß Zuführung von freier Wärme Nutzen bringen müſſe, wo ſie fehlt, iſt naturgemäß, und ſtimmt ganz gut mit der geſunden Vernunft, ob es aber Vortheil bringe, dieſe freie Wärme demjenigen Dampfe zu entziehen,

---

1) Herr Thomas Wickſteed fand, daß eine der großen Cornwalliſer Maſchinen eine 10 Procent größere Leiſtung gab, wenn man Dampf in den Cylindermantel ließ, als wenn dies nicht geſchahe (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXX. S. 314).

2) Man ſehe über den Nachtheil trocken gehender Hanfliederungen das nach, was Haycraft (Repertory of Patent inventions, Jul. 1831, p. 11, Dingler's polyt. Journ. B. XLI. S. 321 u. 326) darüber bemerkt.

Digitized by Google

der erſt im Cylinder wirken ſoll, iſt eine andere wichtige Frage. Solcher Dampf iſt aber derjenige, der aus dem Keſſel in die Mantel mancher Dampfmaſchinencylinder, namentlich an den Watt'ſchen und Woolf'ſchen Maſchinen, geleitet wird, ehe er in die Maſchine ſtrömt. Zweckmäßiger ſcheint mir eine Maaßregel zu ſein, die an manchen Cornwalliſer Maſchinen genommen iſt, um dem Dampfcylinder freie Wärme zuzuführen. Man hat nämlich einen Theil der aus dem Ofen der Dampfkeſſel entweichenden Hitze in gemauerten Zügen um ihn geleitet. Es ſcheint mir jedoch eine ſolche Maaßregel in ſo ferne einige Vorſicht nöthig zu machen, als die Erhitzung der Cylinder dabei leicht auf einen der Hanfliederung des Kolbens ſchädlichen Grad getrieben werden kann. Herr Saulnier in Paris läßt die aus dem Cylinder in den Condenſator abziehenden Dämpfe durch den Cylindermantel gehen [1]), eine Einrichtung, die nur Nachtheil bringen kann; denn einen Theils kann dadurch eine Verdichtung der Dämpfe im Cylinder nicht verhindert werden, in ſo ferne die durch den Mantel abziehenden Dämpfe ſich ſogleich bedeutend verdünnen und verhältnißmäßig an Temperatur verlieren, andern Theils werden dieſe Dämpfe durch ihre Temperaturverminderung nur um ſo begieriger, wieder Wärmeſtoff vom Cylinder an ſich zu reißen, und mit in den Condenſator abzuführen. Nach meinem Dafürhalten können alle und jede Dampfmantel um die Cylinder füglich entbehrt werden, wenn man die äußern Wände derſelben entweder abdreht und polirt, um das Ausſtrahlen von Wärme zu verhüten, oder ſie mit ſchlechten Wärmeleitern, Holz, Tuch oder anderem Wollenzeuge oder dickem Filz umgiebt, über das man dann des beſſeren Ausſehens wegen eine leichte und zierliche Bekleidung von Gußeiſen oder Meſſingblech zieht. Kann man dieſe letztere recht luftdicht anſchließend machen, ſo können die angegebenen Fütterungen auch füglich wegbleiben, indem die in dem Zwiſchenraume enthaltene Luft, als einer der ſchlechteſten Wärme-

1) Bulletin de la société d'encouragement pour l'industr. nat. N. 282, p. 424. Dingler's polyt. Journ. B. XXVIII. S. 170.

Digitized by Google

leiter, den Wärmeverluſt ſchon hinreichend verhütet. Jedenfalls ſollte man hier ſo einfach als möglich verfahren, ohne einer angenehmen Form zu nahe zu treten, und ohne viele unnöthige Koſten zu verurſachen.

Auf welchem ſchwachen Grunde alle theoretiſche Berechnungen über die zweckmäßigſte Größe der Cylinderfüllungen mit Dämpfen, ſo wie über die Größe des Dampfdrucks, bei welchem die ausdehnungsweiſe Benutzung der Dämpfe am günſtigſten Anwendung findet, fußen, erſehen wir ſchon aus der großen Verſchiedenheit ihrer Reſultate. Während Einer eine Expanſion der Dämpfe auf das Sechs- bis Achtfache [1]) des anfänglichen Volumens anräth, ſchlägt ein Anderer nur eine drei- oder vierfache vor, und berechnet alles genau und auf ein Haar; während Herr Palmer nur die Maſchinen mit niedrigem Drucke geeignet hält, aus dem Expanſionsprincipe Vortheil zu ziehen, ſucht ein Anderer zu beweiſen, daß bei dieſem Syſteme von Maſchinen gar kein Gewinn daraus erwachſe, und Jeder hat ſeine Gründe, Jeder ſieht mit Gelehrſamkeit und Conſequenz, und würde Jeden überzeugen, der den Andern nicht gehört hat, und der ſelbſt keine practiſchen Erfahrungen über dieſen Gegenſtand beſitzt. Daß hinſichtlich der Ausdehnung eine gewiſſe Grenze gezogen werden müſſe, ſollte man billig vermuthen, daß dieſe jedoch auch wieder nach Umſtänden verſchieden gezogen werden könne und müſſe, iſt eben ſo wahrſcheinlich. Bei einer großen Ausdehnung verdient die dadurch entſtehende größere Ungleichmäßigkeit in der Wirkung eine Hauptberückſichtigung. Sie iſt dort gewiß zu vermeiden, wo in den, durch die Dampfmaſchine zu betreibenden Werken wenig Schwungkraft oder Trägheitsmoment liegt, und eine ſehr große Gleichförmig-

1) Einige Cornwalliſer Maſchinen ſollen wirklich ſchon auf $\frac{1}{10}$ des Hubes abſchließen, was mir kaum glaublich ſcheint. Perkins gab vor, in ſeiner letzten single acting safety engine den Dampf ſchon auf $\frac{1}{8}$ des Hubes abzuſchließen, aber auch hierin redete er die Unwahrheit; denn die von mir angeſtellte Berechnung der Form derjenigen excentriſchen Vorrichtung, die ſein Dampfventil hob und wieder abſchloß, ergab, daß dieſes Ventil wenigſtens während eines Drittels des Kolbenhubes geöffnet blieb.

Digitized by Google

keit der Bewegung verlangt wird, wie in Spinnereien, ist hingegen gewiß am rechten Orte, wo das Gegentheil Statt findet, z. B. in Kornmühlen, auf Locomotiven ꝛc. Auch wird eine Grenze für die Ausdehnung noch durch den Umstand gesteckt, daß die aus dem Cylinder abströmenden Dämpfe denselben immer mit einem namhaften Drucke zu verlassen haben, um eine gehörige Geschwindigkeit beim Abströmen zu erreichen. Oliver Evans dürfte in Hinsicht einer richtigen Anwendung des Expansionsprincips, vorzüglich bei höherm Drucke, gewiß unser bester Lehrmeister sein; denn er hat wohl die meisten Maschinen nach diesem Principe gebaut, und die meisten Erfahrungen darüber gesammelt [1]). Er füllt seine Cylinder auf $\frac{1}{3}$ mit Dampf, und ihm bin ich treulich gefolgt, habe auch stets Ursache gehabt, diese Norm, als in der goldenen Mittelstraße liegend, achten und ehren zu lernen. Bei einer solchen Größe der Expansion ist die Wirkung der Maschine gleichmäßig genug, um sehr

---

1) In Europa dürfte sich schwerlich Jemand finden, der es mit höherm Drucke recht versucht hat. Selten wird nämlich ein Druck von 5 Atmosphären überschritten, und sehr häufig arbeitet man nur mit 3 bis $3\frac{1}{2}$ Atmosphären. Es ist nicht zu begreifen, woher diese Aengstlichkeit rührt. Gewiß liegt in ihr ein Zeichen einer unvollkommenen Würdigung der Sache, eines Mangels an Erfahrung. Daher halte ich aber auch Europa mehr oder weniger incompetent im Urtheile über diese wichtige Angelegenheit. Hinsichtlich des höhern Druckes müssen wir unsere Blicke nach Nordamerika wenden. Oliver Evans' Saat ist dort aufgegangen und gedeihet noch immer, und kaum ahnt man bei uns die Früchte derselben. Warum man dort, seit dieser geniale Mann starb, hie und da wieder Rückschritte zu machen beginnt, einen Druck von 80 bis 100 Pfund auf den Quadratzoll seltener überschreitet, und die Hochdruckcylinder, z. B. auf den Dampfböten des Mississippi, oft nur wieder auf $\frac{1}{2}$ mit Dampf füllt (vid. F. A. Ritter von Gerstner Berichte aus den vereinigten Staaten von Nordamerika über Eisenbahnen, Dampfschifffahrten, Banken und andere öffentliche Unternehmungen), ist nicht anders zu erklären, als daß man durch viele Unglücksfälle, die freilich die Maschinen mit niederm Drucke eben so oft und öfter als die Hochdruckmaschinen trafen, wieder furchtsam geworden ist. Diese Furcht scheint aber vorzugsweise durch die Explosion des Dampfschiffes Aetna erweckt zu sein, der ich schon öfter Erwähnung that. Wie selten lebt ein erleuchteter Mann in seinen Nachkommen fort!

Digitized by Google

großer Schwungräder füglich entbehren zu können. Ich finde sogar, daß die von Murray angegebene Formel für die Berechnung des Gewichtes der Schwungräder noch für solche Maschinen zu große Resultate giebt, und daß das darnach berechnete Gewicht für manche Fälle füglich um $\frac{1}{3}$, ja wohl um die Hälfte vermindert werden kann, vorzüglich wenn in den durch die Maschine zu betreibenden Werken schon etwas Schwungkraft liegt.

Die gewöhnlichen, bei niedrigem Drucke angewandten, Drosselklappen sind auch für Hochdruck mit Nutzen zu gebrauchen. Sie drehen sich leicht, und es bedarf deshalb keiner sehr großen Gouverneure. Ich mache auf diesen Umstand besonders aufmerksam, um vor jedem Versuche, Hähne für diesen Zweck anzuwenden, zu warnen. Sie stecken zu fest in ihrer Hülse, bewegen sich mit zu großer Reibung, und sind nur durch eine nicht unbedeutende Kraft in Thätigkeit zu setzen, weshalb ein Gouverneur, der nicht von unverhältnißmäßiger Größe ist, alle Herrschaft darüber verliert. Mehr Berücksichtigung mögten Hähne als Organe für den völligen Abschluß der Dämpfe von den Hochdruckmaschinen verdienen, wenn diese in Stillstand versetzt werden sollen. Hier ist eine größere Kraftanwendung zu ihrer Bewegung erreichbar, wenn man sie mit längern Bewegungshebeln versieht, auch kommen sie bei dieser Function seltener in Anwendung, als wenn sie zu Steurungsorganen benutzt werden, erleiden daher auch weniger Abnutzung. Jedoch dürften in den meisten Fällen, vorzüglich bei größern Maschinen, Ventile zu diesem Zwecke bessere Dienste leisten. Abschlußvorrichtungen sollten außer den gewöhnlichen Drosselklappen aber an jeder Maschine vorhanden sein, theils um die Verbindung zwischen Gouverneur und diesen Drosselklappen nicht zu stören, theils um einen recht sichern und dampfdichten Abschluß zu bewirken, den die gewöhnlichen Drosselklappen selten gewähren, und der, wie ich schon oben zu zeigen bemüht war, zur Abhaltung aller schädlichen Feuchtigkeit von den innern Räumen und Organen der Maschine durchaus nothwendig ist.

Digitized by Google

D. Condensatoren.

Ob bei höherm Drucke Condensatoren von Nutzen seien, läßt sich nur unter gewissen Umständen bejahen, und dann auch nur unter der Bedingung, daß sie eine höchst einfache Construction erhalten, und vor allem der Luftpumpe ganz entbehren. Zum Glücke ist eine solche bei Condensatoren für Hochdruckmaschinen nichts weniger als nothwendig. Die aus der Maschine abblasenden Dämpfe können, wie ich weiter unten zeigen werde, ihre Stelle sehr genügend vertreten. Durch einen sehr einfachen Condensator die durch die Aufopferung der Leere verloren gehende Kraft für die Maschine wieder einbringen zu können, verdient zuweilen gewiß große Berücksichtigung.

Die günstigen Umstände, die die Anlage von Condensatoren empfehlen, sind:

1) Ueberfluß an kaltem Wasser, wenn dasselbe entweder von selbst zufließt, oder durch einen sehr geringen Kraftaufwand herbeigeschafft werden kann, z. B. wenn Dampfmaschinen unmittelbar an Bächen, Flüssen, Canälen oder See'n angelegt werden, oder zur Wasserhebung selbst dienen, oder auf Dampfschiffen, oder endlich auch da, wo die zu betreibenden Werke hinreichend Condensationswasser liefern, wie in Papiermühlen, in welchen das von den Holländern kommende Waschwasser zur Condensation füglich benutzt werden kann. Daß in allen Fällen, wo Condensationswasser nur mit großer Mühe und bedeutenden Kosten herbeizuschaffen ist, und der dadurch zu erreichende Gewinn wenigstens in keinem Verhältnisse zu den nöthigen Opfern steht, die Condensirung der Dämpfe als unvortheilhaft und zweckwidrig zurücktrete, ist einleuchtend.
2) Wenn die Hochdruckmaschinen eine bedeutende Größe haben. Hier wird der Mangel der Leere fühlbarer und der dadurch entstehende Kraftverlust größer. So z. B. büßt eine 10pferdeskräftige Hochdruckmaschine von meiner Construction durch den Mangel eines Condensators eine Kraft von 2, eine 15pferdeskräftige eine von 3 Pferdeskräften,

Digitized by Google

eine 20pferdeskräftige eine von 4, und eine 30pferdeskräftige eine von 6 Pferdeskräften ꝛc. ein.

3) Wenn der aus der Hochdruckmaschine kommende Dampf zu keinen andern nützlichen Zwecken zu verwenden ist, und Condensationswasser zugleich reichlich vorhanden ist. Dieser Fall dürfte gewiß selten eintreten; denn es läßt sich nicht leicht denken, daß bei einer Fabrikanlage im Winter nicht wenigstens Locale zu heizen, oder Wasser zu erwärmen wäre, überhaupt nicht irgend ein namhafter Gewinn aus der Temperatur der aus der Maschine strömenden Dämpfe zu ziehen sei. Uebertrifft dieser Gewinn den durch die Benutzung der Leere entstehenden, so kann auf jeden Fall von einem Condensator die Rede nicht sein.

Für Hochdruckmaschinen lassen sich, wie ich unten zeigen werde, Condensatoren mit und ohne Einspritzung anwenden. Bei beiden Arten wird die Austreibung der condensirten Dämpfe, des Condensationswassers und der etwa eindringenden Luft durch ein stoßweises Durchblasen der Dämpfe durch den Condensator am zweckmäßigsten bewirkt. Die durch den Condensator blasenden, und mit dem Condensationswasser vermischten Dämpfe kann man füglich auffangen, und erstere noch zu verschiedenen Zwecken benutzen. Das aus den condensirten Dämpfen entstandene Wasser in den Kessel zurückzuleiten, dürfte jedoch wegen der vielen Schmiere, die darin enthalten ist, zu widerrathen sein, in so ferne diese Schmiere, wie ich oben schon gezeigt habe, die Speisepumpenventile verdirbt, und die regelmäßige Wirkung der Speisepumpen leicht stört.

Ich habe bis jetzt nur an 2 Hochdruckmaschinen Condensatoren anzubringen Gelegenheit gehabt. Beide Condensatoren arbeiten mit Einspritzung, und sind vollkommen nach einem und demselben Principe eingerichtet. Die Maschinen sind Wasserhebungsmaschinen, und haben Wagebalken.

Die Einrichtung meiner Condensatoren für Hochdruckmaschinen erfand ich schon im Jahre 1816. Herr Perkins wandte 1826 an seiner single acting safety engine einen Condensator an, der mit dem meinigen ganz identisch ist. Im

Digitized by Google

Dingler'schen polytechn. Journale Bd. XL. S. 1. habe ich gerechten Verdacht geäußert, daß ihm diese meine Erfindung durch Herrn Gill, dem Herausgeber des technical Repository, mitgetheilt sei, und auch Auctoritäten namhaft angegeben, die mir bezeugen können, daß ich sie schon 10 Jahre früher erdacht und ausgeführt hatte. Später werde ich hierauf vielleicht ausführlicher zurückkommen.

Meine Condensatoren sind im höchsten Grade einfach, indem sie nur aus einem einzigen Rohre und einem Ventile, und, wo Einspritzung angeordnet ist, aus einem kleinen Hahne bestehen. Weiter unten das Nähere davon.

B. Benutzung der aus den Hochdruckmaschinen kommenden Dämpfe zu mannigfaltigen technischen Zwecken.

Schon bei Würdigung und Prüfung des Hochdruckdampfmaschinenprincips habe ich als einen der Hauptvortheile dieses Princips angegeben, daß die in der Maschine gewirkt habenden Dämpfe nicht, wie bei den Maschinen mit niederm Drucke, alle ihres Wärmestoffs beraubt und verdichtet werden, sondern noch zu mannigfaltigen technischen Zwecken wohlthätig verwandt werden können. Dieser Vortheil ist für größere Fabrikbesitzer, die im Winter große Räume heizen müssen [1]), viel heißes Wasser gebrauchen, Flüssigkeiten in's Kochen zu bringen haben, Trockenapparate anwenden, überhaupt vieles Dampfes in niedern Druckgraden bedürfen ꝛc., wahrhaft unschätzbar [2]). Solche Fabrikbesitzer können, wenn sie alle aus der Maschine kommenden Dämpfe vollkommen zu benutzen Gelegenheit haben, eigentlich sagen, daß sie die Feurung der Dampfmaschine gar nichts koste, indem sie die nämliche Menge Brennmaterial verbraucht haben

1) Hier in der Großherzoglichen Maschinenanstalt werden von den, aus der 30pferdeskräftigen, von mir erbauten Dampfmaschine, kommenden Dämpfen 3 große Arbeitssäle geheizt.

2) In Dingler's polytechn. Journale habe ich eine sehr wirksame Presse beschrieben, die durch die aus der Hochdruckmaschine kommenden Dämpfe in Bewegung gesetzt wird (vid. dieses Journal B. XXXV. S. 247 unten).

Digitized by Google

würden, um dieſen Zweck ohne Dampfmaſchine zu erreichen. Sie haben die Kraft der Dampfmaſchine alſo beiläufig, und nur das Anlags- und Unterhaltungscapital [1]) derſelben kommt in Betracht. Man hat dieſen außerordentlichen Gewinn bei Anwendung der Hochdruckmaſchinen noch lange nicht genug gewürdigt. Die meiſten Techniker, mit denen ich darüber ſprach, hatten entweder noch gar nicht daran gedacht, oder legten wenig Werth darauf; einige warfen mir ſogar ein, daß man bei Maſchinen mit niederem Drucke ein Gleiches haben könne, erwogen jedoch nicht, daß bei dieſen der Dampf zu jenen Zwecken aus dem Keſſel genommen werde, alſo beſonders erzeugt werden müſſe, daher auch einen beſondern Aufwand von Brennmaterial verurſache, während bei den Hochdruckmaſchinen alles von demjenigen Dampfe geleiſtet wird, der ſeine mechaniſche Wirkung in der Maſchine bereits ausgeübt hat.

Ich habe ſchon ſeit 20 Jahren nützliche Anwendung von den aus meinen Hochdruckmaſchinen kommenden Dämpfen gemacht, und auch ſchon im Jahre 1830 im Dingler'ſchen polytechn. Journale [2]) meine desfalſigen Anordnungen und Pläne vorgelegt. In meiner früheren Maſchinenbauanſtalt zu Klein-Wehnendorf bei Roſtock wurde im Winter das ganze Fabrikgebäude dadurch geheitzt, und im Sommer Holz ausgedampft. In einer Papierfabrik habe ich den Zeug von 3 Bütten dadurch erwärmt [3]), und einen Theil davon in der Waſchküche und Leimküche nützlich verwendet; in einer andern kleinern Anlage der Art wurden die Lumpen damit gebeucht, Leim aufgelöſet, Waſſer erhitzt, der Zeug im Zeugkaſten erwärmt, das Papier auf einer Trockenmaſchine ſchnell getrocknet, zugleich aber

1) Ich meine hier dasjenige Unterhaltungscapital, was zur Unterhaltung der Maſchine, zur Beſtreitung ihrer Reparaturen, nicht aber dasjenige, was zur Feurung derſelben verwandt wird.

2) Band XXXV. Seite 246 ꝛc.

3) Der Beſitzer der Papiermühle hat mich verſichert, daß er unter dem frühern, zu dieſem Zwecke benutzten Dampfkeſſel, wenigſtens den vierten Theil jenes Brennmaterials verbraucht habe, welches meine ganze Dampfmaſchine nachher verwendete.

Digitized by Google

auch im Winter das ganze Lokal geheizt. In der hiesigen großherzoglichen Maschinenanstalt werden, wie oben schon in der Note bemerkt ist, 3 große Arbeitssäle davon erwärmt, außerdem wird aber noch Tuch decatirt, Wasser erwärmt, auf der Dampfbürstmaschine das Tuch gedampft und ein Dampfstrahl in die Wasserradstube geleitet, um diese im Winter zu erwärmen. In neuester Zeit hat ein Herr Meier in Mühlhausen [1]) Nutzen in Färbereien von diesen Dämpfen gezogen, und es scheint, als wenn man öffentlich in der Meinung stehe, daß er zuerst in dieser Angelegenheit die Bahn gebrochen habe, was nach dem Vorhergehenden doch nicht der Fall ist. Wenn Herr Emil und Joseph Köchlin durch die nützliche Anwendung der in der Maschine gewirkt habenden Dämpfe einen schädlichen Gegendruck auf den Kolben der Dampfmaschine und einen Kraftverlust an derselben, der zum Gewinne in keinem Verhältnisse steht, herbeigeführt glauben [2]), so ist dies ein Beweis, daß man im Elsaß die Sache bis jetzt noch nicht in so zweckmäßiger Weise ausgeführt habe, als es von mir geschehen ist, der ich trotz einer sehr ausgedehnten Benutzung dieser Dämpfe nie einen erheblichen Nachtheil für den Effect der Maschine daraus habe erwachsen sehen. Da meine Anlagen stets so gemacht waren, daß ich den Dampf entweder nützlich verwenden, oder auch frei in die Luft ausströmen lassen konnte, so waren meine dahin zielenden Versuche immer sehr leicht ausgeführt. Oft habe ich in Gegenwart vieler Zeugen den Beweis geliefert, daß in dem Gange und der Wirkung der Maschine sich nicht die geringste nachtheilige Veränderung zeigte, wenn ich nach vorherigem Ausblasen der Dämpfe in die freie Luft plötzlich die sie dahin führende Oeffnung mit ihrer Klappe schloß, und nun den Dampf in die Apparate strömen ließ, wo er zum zweiten Male, aber diesmal nur durch seine Wärme, nützlich werden sollte.

Bei den meisten meiner Anordnungen für den hier ange-

---

1) Dingler's polyt. Journ. B. LXIII. S. 310.

2) Bulletin de la société de Mulhaus. N. 42 u. 43. — Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 191.

Digitized by Google

regten Zweck habe ich, um die stoßweise Exhaustion der Dämpfe weniger fühlbar zu machen, die Dämpfe erst in einen größern Behälter von Eisen oder Kupferblech geführt. Gewöhnlich übertraf der cubische Inhalt dieses Behälters den des Dampfcylinders um das 40 bis 50fache. Von diesem Behälter erst machte ich dann die nöthigen Ableitungen zu den verschiedenen Orten hin, wo die Dämpfe benutzt werden sollten. Zugleich aber führte ein Abzugsrohr für die Dämpfe von dem Behälter in's Freie, welches in einer Erweiterung eine Klappe enthielt, die ich nach Befinden der Umstände beschweren konnte, um die Dämpfe im Behälter unter jedem beliebigen Drucke halten zu können. Die Klappe wurde selten höher als mit $\frac{1}{2}$ Pfund auf den Quadratzoll, häufig, z. B. bei Heizvorrichtungen für Räume, kaum mit $\frac{1}{4}$ Pfund belastet. Sie hat den großen Vortheil, daß man unter allen Umständen, man mag mehr oder weniger von dem Dampfe des Behälters verwenden, immer unbesorgt sein darf, daß sich derselbe im Behälter zu sehr anhäufe, einen höhern Druck annehme, und einen schädlichen Gegendruck auf den Kolben der Maschine verursache. Die Klappe bildet gleichsam ein Sicherheitsventil, welches verhütet, daß der Dampf im Behälter die durch die Belastung der Klappe vorgeschriebene Spannung überschreite. Den Durchmesser der Klappenöffnung habe ich stets dem des Exhaustionsrohres gleich gemacht, damit sie bei ihrer Oeffnung den in's Freie zu lassenden Dämpfen das möglichst geringste Hinderniß in den Weg lege. Das in dem Behälter sich sammelnde und aus den sich verdichtenden Dämpfen entstehende Wasser ist von mir durch ein Knierohr mit doppeltem Schenkel, worin eine Wassersäule das Herausdringen der Dämpfe zugleich verhütet, nach auswärts geleitet worden. Zum Gebrauche für die Speisepumpe ist auch dieses Wasser aus den oben angegebenen Gründen nicht zu empfehlen. Durch die Knieröhre kann nach dem Stillstande der Maschine zugleich die nöthige Luft in den Behälter dringen, damit kein seiner Structur schädliches Vacuum in ihm entstehe.

Will man bloß Räume durch die aus der Hochdruckmaschine kommenden Dämpfe heizen, so geschieht solches am

Digitized by Google

beſten, wenn man die Dämpfe in eine dem Zwecke angemeſſene Röhrenleitung ſtrömen läßt. Dieſe Leitung muß wo möglich, wenn auch in verſchiedenen Richtungen, doch in einer fortlaufenden Länge fortgehen, und nach irgend einer Richtung hin, zum Zwecke der Ableitung der ſich in derſelben condenſirenden Dämpfe, Gefälle haben. Will man die condenſirten Dämpfe auffangen, um ſie wieder als Speiſewaſſer zu benutzen, ſo leitet man vom tiefſten Punkte der Röhrenleitung ein dünnes Rohr in die Cyſterne der Speiſepumpe. Dieſes Rohr taucht hier unter Waſſer, um dem Dampfe den Ausweg zu verſperren. Vom letzten Ende der Röhrenleitung läßt man eine andere Röhre von verhältnißmäßigem Durchmeſſer in's Freie gehen, um die in der Röhrenleitung ſich noch nicht verdichtet habenden Dämpfe abzuleiten. Die äußere Mündung dieſer Röhre braucht man nicht mit einer beweglichen Klappe zu verſehen, da man den Dämpfen, die etwa noch bis zu ihr kommen, immer füglich den Ausweg aus ihr verſtatten kann, ohne daß man einen ſchädlichen Verluſt derſelben fürchten darf. Hat man nemlich die genannte Röhre ganz an's letzte Ende der Röhrenleitung, wie ich vorgeſchrieben, gelegt, ſo können die Dämpfe nur erſt dann bis zu ihr gelangen, wenn ſie die ganze große Röhrenleitung bereits durchlaufen, und ihren Wärmeſtoff an die Wände derſelben abgeſetzt haben. Die freie Ausmündung bringt aber auch noch den wichtigen Vortheil, der Luft den nothwendigen Zutritt in die Röhrenleitung zu verſtatten, wenn die Dämpfe aufgehört haben, durch ſie zu ſtrömen, und ſie darauf erkaltet, erſetzt alſo die Luftventile der gewöhnlichen Dampfheizungsapparate. Daß die Größe dieſer ausmündenden Oeffnung immer in einem beſtimmten Verhältniſſe ſtehen müſſe zu derjenigen Quantität Dampf, die noch aus derſelben entweichen dürfte, halte ich für überflüſſig zu bemerken.

Bei Dampfheizungen der eben berührten Art wird vorzüglich dann, wenn die Röhrenleitung von nicht zu kleinem Durchmeſſer angelegt wird, (dieſer muß wenigſtens noch einmal ſo groß als der des Exhauſtionsrohres der Dampfmaſchine ſein),

Digitized by Google

und wenn keine weitere Apparate mit den aus der Maschine kommenden Dämpfen zu versorgen sind, der vorhin beschriebene Behälter unnöthig. In diesem Falle ist aber dafür Sorge zu tragen, daß den Dämpfen ein anderer Ausweg eröffnet werden könne, wenn sie die Röhrenleitung, wie z. B. im Sommer, nicht durchströmen sollen. Zu diesem Zwecke versieht man sowohl das die Dämpfe in die freie Luft leitende, als jenes in die Röhrenleitung führende Rohr mit Abschlußklappen, um im Stande zu sein, die Dämpfe mit leichter Mühe dahin zu dirigiren, wohin es der Zweck erfordert. Ein mehr oder minderer gegenseitiger Verschluß dieser Klappen erlaubt jede beliebige Quantität Dampf in die Röhrenleitung oder in's Freie zu lassen, wobei man nur dahin zu sehen hat, daß man in dem Grade, als man die nach der Röhrenleitung führende Klappe schließt, die andere öffne. Klappen dieser Art baue ich ganz wie gewöhnliche Drosselklappen, und sorge dafür, daß sie möglichst dicht schließen. Die stoßweise Eruption der Dämpfe aus dem Exhaustionsrohre der Maschine kann für eine lange und gehörig weite Röhrenleitung durchaus keinen Nachtheil haben. Aus diesem Grunde erscheint jeder Zwischenapparat zwischen Exhaustionsrohr und Röhrenleitung auch als eine Zugabe, die bei Vermehrung der Kosten keinen reellen Nutzen gewährt. —

Wo man bloß Flüssigkeiten erhitzen oder erwärmen will, ohne sie grade in's Sieden zu bringen, wird es immer am zweckmäßigsten sein, die Dämpfe in Röhren durch sie zu leiten, die einige Windungen in dem Gefäße machen[1]), worin die Flüssigkeiten enthalten sind, oder sie in einen Mantel zu führen, der die Gefäße dampfdicht umgiebt. In beiden Fällen

1) Man kann sie auch durch einen Apparat leiten, wie ihn Lemoine empfohlen hat. Das Wasser strömt hier durch viele kleine Röhren, zwischen welchen der aus der Maschine kommende Dampf durchgeht. In der Kattundruckerei des Herrn Daniel u. Comp. in Deville liefert ein solcher Apparat täglich 1200 Eimer siedenden Wassers, die lediglich durch Benutzung des Dampfes einer Hochdruckmaschine von 8 Pferdeskräften gewonnen werden (vid. Dingler's polyt. Journ. B. LXV. S. 315).

Digitized by Google

muß man jedoch dafür sorgen, daß die Luft aus beiden, den Röhren sowohl, als dem Mantel, durch die Dämpfe ausgetrieben werden könne, und die Röhren deshalb an ihrem Ende, den Mantel aber an einer Stelle mit einer frei ausmündenden Oeffnung versehen, die derjenigen, durch welche der Dampf einströmt, möglichst entgegengesetzt liege. Man zwingt so den Dampf, den ganzen Mantel zu durchwandern, bevor er einen Ausweg findet. Die Oeffnungen können, wenn man keinen Dampf verlieren will, mit Hähnen geschlossen werden, sobald beim Einlassen der Dämpfe in die Röhren oder den Mantel Dämpfe, zum Zeichen, daß die Luft aus ihnen ausgetrieben ist, an ihrer äußern Mündung erscheinen, müssen aber durch Oeffnung der Hähne wieder frei gemacht werden, sobald die Dämpfe aufhören, in die Röhren oder den Mantel zu strömen, um dann als Luftventil zu fungiren. Auch bei diesen Röhren und Manteln bedarf man der oben genannten Behälter nicht, wenn die Röhren Weite genug, und die Mantel einen großen cubischen Inhalt haben, oder deren mehrere, oder viele mit Dampf zu versorgen sind; denn auch hier ist die stoßweise Wirkung der Dämpfe ebenso, wie vorher, ohne Nachtheil. Sollen Flüssigkeiten in's Sieden gebracht werden, so darf der genannte Behälter auf keinen Fall fehlen. Von demselben muß dann eine Röhre in die Flüssigkeit selbst dringen und in dieselbe untertauchen. Da indessen ein schon nicht ganz unbedeutender Druck der Dämpfe nöthig ist, wenn diese in die Flüssigkeit treten sollen (d. h. für jeden Fuß Tiefe ohngefähr $\frac{1}{2}$ Pfund Druck auf den Quadratzoll), bei ihrem tiefern Eindringen aber ein schädlicher Gegendruck auf den Kolben der Maschine entsteht, so ist in diesem Falle sehr anzuempfehlen, die Flüssigkeit in solche Gefäße zu fassen, die bei größerer Weite flach gebaut sind. Auch ist sehr zu rathen, dem eintretenden Rohre am untern Ende eine seitliche Biegung zu geben, um den Dampfstrom horizontal in die Flüssigkeit eintreten zu lassen. Derselbe bringt dann die Flüssigkeit in eine wohlthätige kreisende Bewegung, die trotz des größern Umfanges der Gefäße doch alle Schichten der Flüssigkeit dem Dampfstrome zuführt. Bei einfachen Brenn-

Digitized by Google

apparaten kann man die aus dem Behälter strömenden Dämpfe unmittelbar in die Maische der Blase übertreten lassen. In Küchen thut man wohl, die Kochgeschirre in einem Gefäße aufzuhängen, welches aus dem Behälter mit Dampf versorgt wird.

Will man Trockenapparate erhitzen, so läßt man den Dampf unmittelbar aus der Exhaustionsröhre in sie einströmen, sie mögen nun aus flachen Gefäßen oder Trommeln bestehn. Es wird jedoch dabei vorausgesetzt, daß sie Größe und Umfang genug besitzen, den Dampf aufzunehmen, ohne ihn an irgend einer Stelle einzuengen. Aus allen Manteln, Röhren, flachen Gefäßen und Trommeln sind die verdichteten Dämpfe gehörig wieder abzuführen, bei erstern 3 durch Knieröhren, aus letztern wegen ihrer drehenden Bewegung durch Schöpfapparate, die unten sich füllen und die aufgenommene Flüssigkeit zur hohlen Achse bringen, durch welche sie abgeführt wird. Solche Schöpfapparate thun, wie ich mich überzeugt habe, eine sehr gute Wirkung, ohne Dampf auszulassen, wie es bei den Reed'schen Klappen [1]) der Fall ist.

Ueberhaupt wird man sehr weise handeln, wenn man bei alle dergleichen Anordnungen dahin strebt, den Dampf seine Wärme unter dem möglichst geringsten Drucke absetzen zu lassen. Auf diese Weise erreicht man alle Vortheile von ihm, ohne der Wirkung der Maschine Eintrag zu thun. Wahrscheinlich hat Herr Meier zu Mühlhausen, dessen ich oben erwähnte, diese Regel bei seinen Apparaten vernachlässigt, und deshalb einen so großen Gegendruck auf den Kolben seiner Maschine erfahren müssen, oder er hat auch die Dämpfe unter einem zu geringen Drucke in der Maschine benutzt, in welchem Falle der mögliche Gegendruck auf den Kolben in ein ungünstigeres Verhältniß zum Drucke der auf seiner Kraftseite wirkenden Dämpfe tritt. Ein Gegendruck von 1 Pfund auf den Quadratzoll steigert nämlich den Verlust in einer Maschine, die mit 50 Pfund Dampfdruck arbeitet, zu 2 Procent, während er ihn nur auf

1) Mechanic's Magazine N. 331—32, p. 274—290. Dingler's polyt. Journ. B. XXXVI. S. 2.

1 Procent erhebt, wo der wirkende Druck in der Maſchine 100 Pfund auf den Quadratzoll beträgt.

Gewiß iſt, daß eine zweckmäßige Benutzung der aus den Hochdruckmaſchinen kommenden Dämpfe viel Umſicht, Kenntniſſe, reife Ueberlegung und eine reiche Erfahrung, ſo wie eine gewiſſe intellectuelle Gelenkigkeit, ſich frei in dieſer Sphäre zu bewegen, erfordere. Da der Fälle, die hier gedacht werden können, Legion iſt, und alle beſondere Rückſichten erfordern, alle auf verſchiedene Weiſe behandelt ſein wollen, ſo würde es mich auf jeden Fall zu weit führen, mehr in ihren Kreis einzudringen. Ich konnte hier nur im Allgemeinen ſprechen, nur einzelne Fingerzeige geben. In Hinſicht des Beſondern überlaſſe ich diejenigen, die in dieſem Fache wirken müſſen, ihrem guten Genius und ihren Kenntniſſen.

Ich komme nun endlich zur nähern Beſchreibung meiner Dampfmaſchine und ihrer einzelnen Theile, ſo wie aller derjenigen Apparate, die zu ihr in einer beſondern Beziehung ſtehen.

Diejenige Maſchine, die ich als Normalmaſchine für alle diejenigen Fälle aufſtellen mögte, wo nicht beſondere Zwecke eine andere Form nöthig machen, ſieht man auf Tab. III. Fig. 1 und 2 in der äußern Anſicht, und zwar in Fig. 1 von vorne, in Fig. 2 von der Seite, in Fig. 3 und 4 in 2 perpendiculären Durchſchnitten durch die Mitte der Maſchine, und zwar in der Achſe des Cylinders. Alle Abbildungen ſind von einer Maſchine von 10 Pferdeskräften genommen. Der darunter befindliche Maaßſtab normirt für dieſelbe. Sie beſteht

1) aus dem Geſtelle.

Dieſes iſt ganz von Guß- und Schmiedeeiſen conſtruirt (Holz iſt nämlich wegen ſeiner Veränderlichkeit unzuläſſig). Seine Form iſt altdoriſch und ſeine Verhältniſſe werden aus den Figuren hinreichend deutlich, ich will daher nur von ſeiner beſondern Zuſammenſetzung, alſo von dem ſprechen, was den Maſchinenbauer vorzüglich intereſſirt. In allen eben genannten

Digitized by Google

Figuren sind, um die Construction besser übersehen zu können, gleiche Theile mit gleichen Zahlen und Buchstaben bezeichnet.

Das ganze Gestell besteht aus 6 Haupttheilen, die sämmtlich durch 4 starke Bolzen zu einem höchst soliden Ganzen vereinigt werden, das völlig unverrückbar steht, und, wie die Erfahrung mich überzeugt hat, unter keinen Umständen wankt und zittert, obgleich seine Basis nur von verhältnißmäßig geringer Ausdehnung ist. Diese Haupttheile bestehn aus der gußeisernen obern Platte A, den 4 Säulen von gleichem Metalle B und der ebenfalls gußeisernen untern Bodenplatte C. Sowohl obere als untere Platte bilden einen viereckigen, $\frac{5}{4}$ Zoll dicken Kranz, 1 Zoll vom äußern und innern Rande mit starken Rippen von 1 Zoll Höhe verstärkt, die auf der obern Platte nach oben, auf der untern nach unten vorstehen, und in Tab. III. Fig. 3 und 4 bei aa an der obern und an der untern Platte angedeutet sind. Sie sind an der untern Platte in das Holz des starken Sockels D (selbiger ist von trockenem Eichenholze) eingelassen. Der Kranz der oberen Platte ist 7, der der unteren 10 Zoll breit. In den 4 Ecken, dort wo die Säulen mit der obern Platte verbunden sind, ist letztere durch Ausfüllungen von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke zwischen den Rippen verstärkt, die man bei a in Tab. IV. Fig. 4, 5 und 32, wovon Fig. 4 einen perpendiculären Durchschnitt einer der Ecken der obern Platte mit einem Theile der damit verbundenen Säule, und Fig. 5 eine obere Ansicht einer der Ecken der obern Platte und des sich unten an dieselbe anschließenden Säulencapitäls vorstellt, abgebildet sieht. Auch sind die innern Ecken, sowohl an der obern als untern Platte, in der Art ausgefüllt, wie man es bei b (Fig. 5 und 6), von welchen Figuren die letztere eine obere Ansicht der untern Platte mit einem Querdurchschnitte der untern Partie eines Säulenschaftes vorstellt, sieht, und wie es an der obern Platte eine genügend feste und gehörig ausgebreitete Auflage der Platte auf den Capitälern der Säulen, an der untern Platte aber die feste Aufstellung und Begründung des untern Theiles des Säulenschaftes fordert. Sowohl Säulencapitäler als unterer Theil der Säulenschäfte stehen stumpf gegen die Platten. Sie können

Digitized by Google

gegen eine mögliche Verrückung ihrer Stellung zur Seite durch kleine Stifte gesichert werden, die in auf einander treffende Oeffnungen derselben eingesetzt werden, und die man hier zu Lande Döbel nennt. Da die Capitäler nach außen vor der obern Platte bedeutend vorstehen, so würden sie, da sie, um gegossen werden zu können, hohl und oben offen sein müssen, am äußern Rande der obern Platte nicht anliegen. Um ihnen, wenigstens in der Ecke bei c (Fig. 5) eine feste Anlage zu verschaffen, ist die Höhlung des Säulencapitals an der entsprechenden Ecke, wie bei d zu sehen ist, durch Masse ausgefüllt. Die Säulencapitäler sind aus einem Stücke gegossen, und der runde Theil derselben ist abgedreht und polirt. Sie stehen auf dem obern abgedrehten Ende des Säulenschaftes so auf, daß dieser mit einem kleinen Ansatze in selbige eingreift, wie es in Fig. 4 bei e zu sehen ist. Um Masse für diesen Ansatz zu gewinnen, ist der obere Theil der Säulenschäfte, wie die Figur zeigt, stärker gegossen.

Die 4 Säulen sind canelirt und hohl gegossen, aber von solcher Metallstärke, daß sie gehörige Stabilität und Sicherheit gewähren. Auch dem untern Ende derselben rathe ich zum Zwecke einer festern Auflage auf der untern Platte etwas mehr Metallmasse in der Art zu geben, wie es bei ff Fig. 3 angedeutet ist.

Die die Säulen mit oberer und unterer Platte verbindenden Bolzen müssen von bedeutender Stärke und mit hohen Muttern versehen sein, die eine gehörige Anzahl Gewindegänge enthalten. Auch ist ihr unterer Kopf gehörig sicher anzuschweißen. Gleich oberhalb desselben müssen sie so weit, als sie durch die untere Platte reichen, viereckig gearbeitet sein, damit sie sich beim Anziehen der Muttern nicht drehen. Daß den zu ihrer Aufnahme bestimmten Löchern der untern Platte eine gleiche Gestalt, d. h. eine viereckige, gegeben werden muß, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Die Bolzen müssen grade durch die Achsen der Säulen gehen, um diese auf allen Seiten gleich stark an die Platten anziehen zu können. Die Stellung der zu ihrem Durchgange

Digitized by Google

bestimmten Löcher der Platten wird hiernach angeordnet. Unter die Muttern der Bolzen legt man bei ihrem Anziehen geschmiedet eiserne Scheiben, deren obere Flächen man vor dem Anziehen etwas ölt, um die Reibung der Mutter auf der Platte möglichst zu vermindern, und so zum Anziehen kräftiger wirken zu können.

Beim Aufstellen der Säulen und Platten legt man zuerst die untere Platte in ihre Lage, nachdem man die 4 Bolzen durch die zu ihrer Aufnahme bestimmten Löcher derselben gesteckt hat, und sie beim Niederlassen der Platte in aufrechter Stellung erhält. Dann schiebt man die 4 Säulen von oben über die Bolzen, und stellt sie in der gehörigen Lage auf die untere Platte, zuletzt endlich legt man die obere Platte darüber, nachdem man die Bolzen durch die entsprechenden Löcher derselben geschoben, und zieht das Ganze durch die 4 Muttern der Säulenbolzen möglichst fest an einander.

Die untere Platte steht auf einem Sockel von trocknem und festem Eichenholze, und dieser liegt auf dem Fundamente auf, welches immer sehr fest und tief herausgemauert, und wenn der Grund schlecht ist, auf einen Pfalrost gelegt werden muß. Das Fundament kann bei meinen Maschinen überhaupt nie zu fest und sicher gelegt werden, da sie mit einer verhältnißmäßig kleinen Basis aufstehen. Durch dasselbe müssen 8 starke Grundbolzen gezogen werden, die durch den Sockel und die untere Platte reichen, und über derselben mit Gewinden und Muttern versehen sind, damit man die Maschine gehörig auf das Fundament niederschrauben könne.

Ueber die obere Platte wird die Haube von Gußeisen gesetzt, und durch Schrauben an selbige befestigt. Sie faßt über die Rippen der obern Platte, so daß ihre äußern Flächen mit der der Platte eine Ebene bilden. Diese Haube vervollständigt die Form des dorischen Gestelles, dient also theils als Verzierung des Ganzen, theils aber zur Aufnahme der obern Partie des Cylinders, seines Schwingrahmen und seiner Lager, so wie der Steurung und des Gouverneurs der Maschine. Die äußere Fläche der Haube stellt das dorische Gebälke dar, und enthält

Digitized by Google

die nöthigen Gesimse, die Triglyphen ꝛc. Das Gesimse construire ich immer von gutem trockenen Eichenholze, und schiebe es von oben über die Haube, lasse aber den obern Rand desselben mit Eisen belegen, damit beim Ansetzen einer Leiter an die Maschine dieser Rand nicht beschädigt werden kann. Die Triglyphen sind von Gußeisen, und lasse ich sie auf die Wände der Haube aufnieten. In den Figuren 1, 2, 3 und 4 (Tab. III.) sieht man bei C die untere Platte mit ihren Rippen aa, bei D den Sockel von Eichenholz, bei BB die Säulen, bei A die obere Platte, bei E die Haube mit ihren dorischen Ornamenten. Die Haube muß von dünnen Platten gegossen werden, damit sie nicht zu schwer ausfalle.

Auf die obere Platte werden in der Mitte, sowohl hinten als vorne, diejenigen Lagerböcke aufgeschroben, die die beiden Schwingungszapfen des Schwingrahmen aufnehmen, worin der Dampfcylinder hängt. Diese Lagerböcke sind wie jede anderen Maschinentheile dieser Art construirt. Sie enthalten Buchsen von härterm Rothgusse, in welchen die Schwingzapfen sich bewegen. Ihre Form, Höhe und Breite ist aus den Figuren 7 und 8 (Tab. III.) deutlich, wo einer derselben in seiner Stellung auf der obern Platte besonders, und zwar in Fig. 7 von vorne, in Fig. 8 von der Seite abgebildet ist. Bemerkenswerth vorzüglich ist ihre Aufstellung auf die obere Platte. Diese Platte hat nämlich da, wo sie aufsteht, dem innern Rande zu, noch eine Rippe (Fig. 4. Tab. III.), die diesen Rand mehr verstärkt, da auf diese Partie die ganze Kraft der Maschine wirkt. Zu dieser Verstärkung tragen noch 2 breite Querrippen bei, die zwischen den Längsrippen da liegen, wo die äußersten Ränder der untern Lagerbockplatten aufliegen. Die Seiten der untern Lagerbockplatten sind durch aufstehende und angegossene Knaggen (Tab. III. Fig. 3, gg) auf den Rippen vor Ausweichungen nach beiden Seiten geschützt, und können hier durch Keile, die zwischen die untern Lagerbockplatten und die Knaggen getrieben werden, in ihrer Lage ajüstirt und befestigt werden, so daß die Lagerböcke in dieser Richtung unverrückbar stehen. Auf und nieder können sie durch eine eigene Stellschrauben-

Digitized by Google

vorrichtung gebracht, und in jeder gegebenen Stellung feſt erhalten werden. Dieſe Vorrichtung beſteht aus 4 Stellſchrauben (Tab. IV. Fig. 7 und 8. hh), die durch die Bodenplatte des Lagerbockes gehen, und auf der obern Platte A des Geſtelles aufſtehen, und 2 andern gewöhnlichen Anziehſchrauben (Fig. 7 und 8, ii), die die Lager an die obere Platte A anziehen, und in der Mitte der beiden andern angebracht ſind. Die Stellſchrauben drehen ſich in einem, in der Bodenplatte des Lagerblockes enthaltenen Gewinde. Durch die Stellſchrauben hh kann den Lagerböcken jede beliebige Stellung auf der obern Geſtellplatte, ſowohl hoch als niedrig, gegeben werden, die Anziehſchrauben dienen, um ſie in der gegebenen Lage gehörig zu befeſtigen. Eine genaue Regulirung der Stellung der Lagerböcke iſt aber aus dem Grunde unerläßlich, als es zuweilen nöthig iſt, die Stellung des Cylinders in Abſicht auf die der Kurbelwarze zu ajüſtiren, um ein Drängen der Kolbenſtange und des ſchwingenden Cylinders nach vorne oder hinten zu verhüten. Soll dieſes nämlich vermieden werden, ſo muß die Achſe des Cylinders in allen nur möglichen Stellungen der Kurbel immer genau auf die Mitte der Kurbelwarze, und zwar immer in einem vollkommen rechten Winkel auf dieſelbe treffen, wenn eine kunſtgerechte Einwirkung dieſer Theile auf einander erfolgen und ſchädliches Drängen und nachtheilige Reibung vermieden werden ſoll.

Auf der untern Geſtellplatte, und zwar zwiſchen den hintern beiden Säulen, wird das große Lager für die Schwungradwelle befeſtigt. Der Kranz der untern Platte iſt hier etwas breiter, als an den übrigen 3 Seiten. Das Lager iſt auf gewöhnliche Weiſe gebaut, und wird ebenfalls durch Knaggen, die auf der untern Platte befindlich ſind, gegen Seitenverrückung geſchützt. Zwei Anziehbolzen von gehöriger Stärke befeſtigen es auf die untere Platte. Damit es auf derſelben gehörig feſt liege, ſind 2 ganz flache Rippen auf der obern Fläche der Platte befindlich, die zu ſeiner Aufnahme gehörig abgerichtet werden. Die Conſtruction und die Größenverhältniſſe des Lagers und ſeiner einzelnen Theile ſind aus den gelieferten Abbildungen gehörig deutlich.

Digitized by Google

Ich setze alle messingenen Pfannen oder Buchsen rund (nicht Eckig, wie gewöhnlich geschieht) in die Lagerböcke ein. Sie sind so leichter eingepaßt, indem alle dahin zweckenden Arbeiten auf der Drehbank vollendet werden können. Damit sie sich in den Lagerböcken nicht drehen, versehe ich sie mit Zapfen von demselben Metalle, wovon die Pfannen gegossen sind, die in diese eingreifen. Ihre obere Hälfte ziehe ich durch eine starke messingene Schraube an, die durch's Oberstück des Lagers geht, und oben über demselben in Form einer kleinen Büchse gearbeitet ist. Diese Büchse ist ausgehöhlt und die Schraube durchbohrt. Durch beide Theile wird das Lager geschmiert. Die Büchse ist mit einem Deckel versehen, damit kein Schmutz in dieselbe dringen und das zur Schmiere dienende Oel verunreinigen kann. In Fig. 4. Tab. III. ist bei k der hier beschriebene Lagerbock im perpendiculären Längsdurchschnitte vorgestellt. Man sieht hier die eben beschriebene Einrichtung des Oberstückes und seiner Buchse, so wie die Art ihrer Befestigung. —

Schwungradwelle, Schwungrad und Kurbel sind wie gewöhnlich. Die Kurbel muß in ihren Verhältnissen so gebaut sein, daß die Mitte ihrer Warze genau in's Centrum des ganzen Maschinengestelles trifft, wenn die Kurbel, gegen die Stellung des Cylinders gerechnet, in einem der todten Punkte steht. Die Kurbel hat in der abgebildeten Maschine von 10 Pferdeskräften 1 Fuß Kröpfung, die Schwungradwelle ist rund und hat 6 Zoll Durchmesser, das Schwungrad mißt 10 Fuß und muß eine Schwere von 16 bis 20 Centnern besitzen. Die Kurbel, ausgenommen ihre Warze, Schwungradwelle und Schwungrad, sind von Gußeisen. Zu beiden Seiten des Lagers hat die Schwungradwelle eine Verstärkung, die sie in Form eines erhabenen schmalen Ringes umgiebt. Diese Verstärkung hat den Zweck, zu beiden Seiten des Lagers eine gehörig breite Reibungsfläche zu bilden, welche verhütet, daß der Zapfen der Welle der Länge nach willig oder schlottrig wird, was in Absicht auf die Stellung der Kurbel gegen den Cylinder sehr nachtheilig sein würde. Diese Maaßregel ist vorzüglich da nöthig,

Digitized by Google

wo die Bewegung derselben durch conische Räder fortgepflanzt wird, die immer die Welle gegen das Lager drängen. Auf Tab. III. Fig. 1 bis 4 sieht man bei F die Kurbel, bei G die Schwungradwelle mit ihren ringförmigen Verstärkungen (11), bei H das Schwungrad.

Große Schwungräder setze ich gewöhnlich aus 10 bis 14 Stücken zusammen. Maschinen von 1 bis 20 Pferdeskräften erhalten Schwungräder mit 4 Armen oder Speichen, die von 20 bis 100 Pferdeskräften solche mit 6 Armen.

Oben auf dem Gestelle bei I steht der gewöhnliche Gouverneur oder Centrifugalmoderator. Er dreht sich unten mit einer stählernen Spitze in einer Pfanne von demselben Metalle, und mit seinem Halse in einem Bogenstücke (Tab. III. Fig. 1 und 2, m) Tab. IV. Fig. 33, b. Die Pfanne (Tab. IV. Fig. 33, a) ist in einem gußeisernen Querbalken c angebracht, der quer von einer Seite der Haube der Maschine zur andern läuft, und mit dem eben genannten Bogenstücke ein Stück ausmacht. Auf dem Bogenstücke steht auch die Stütze d, in welcher der Hebel e schwingt, der die Bewegung des Gouverneurs durch die Stange f an die Dampfregulir- oder Drosselklappe, wie auf Tab. III. in der zweiten Figur bei n deutlich zu sehen ist, fortpflanzt. Die Drosselklappe loc. cit. ist im Dampfrohre p, welches die Dämpfe zur Maschine führt, befindlich, und hat ganz die gewöhnliche Einrichtung. Zur Bewegung des Gouverneurs dient ein Riemen (Tab. III. Fig. 2, q), der über eine Riemenrolle r der Schwungradwelle geht, und dem oben an der Haube die Richtung nach der Riemenscheibe s des Gouverneurs hin durch 2 Leitrollen t gegeben wird. Die zur Drosselklappe führende Stange n ist mit einer Vorrichtung versehen, die sie zu verlängern und zu verkürzen erlaubt, je nachdem man die Drosselklappe bei mehrerer oder minderer Kraftleistung der Maschine mehr oder weniger geöffnet wünscht. Die Maschine ist auf diese Weise für jede verlangte Kraftleistung genau zu stellen.

2) Dampfcylinder.

Ich habe schon oben bemerkt, daß ich meine Dampfcylinder bald von Gußeisen, bald von harter Bronce baue. Letzte-

Digitized by Google

res Metall wähle ich dann gerne, wenn die Maschine öftere und längere Pausen zu machen hat, indem ein broncener Cylinder nicht dem Rosten unterworfen ist. Broncene Cylinder sind aber bedeutend theurer, als die gußeisernen, ein Uebelstand, den man dadurch zu mildern suchen muß, daß man sie um $\frac{1}{8}$ schwächer gießen läßt, als jene. Sie gehn dann nicht so sehr in's Gewicht und behalten doch die gehörige Stärke.

Der Dampfcylinder meiner Maschinen ist von ganz gewöhnlicher Construction. Er hat unten und oben einen Kranz, an den die Deckel angeschroben sind. An dem obern Kranze befinden sich zu beiden Seiten jedoch noch zwei starke Lappen, die an ihn angegossen sind, und dazu dienen, den Cylinder an dem Schwingrahmen zu befestigen. Sie sind von der Stärke des Kranzes, in der auf der Tafel vorgestellten Maschine 2 Zoll stark und 8 Zoll breit, und werden von unten durch 2 oder 3 Schrauben auf jeder Seite des Rahmen angeschroben. Zu ihrer Aufnahme ist der Rahmen etwas ausgeschnitten, und werden sie in diesen Ausschnitt genau eingepaßt. Auf Tab. III. Fig. 3 bei uu sieht man den Schwingrahmen im Querdurchschnitte, vv sind die starken Lappen des Cylinders, die durch Schrauben an den Schwingrahmen angezogen werden. Auf Tab. III. Fig. 14 ist der Schwingrahmen von oben, und in Fig. 15 von der Seite besonders vorgestellt. In letzterer Figur sieht man bei a den Ausschnitt der einen Seite desselben, in welchen einer der Cylinderlappen hineingepaßt und eingeschroben wird.

Auf der rechten Seite ist an dem Cylinder ein Canal angegossen[1]), der bestimmt ist, die von der Schieberbüchse kom-

1) Bei den letzten 2 Maschinen, die ich gebaut habe, ist dieser Canal nicht an den Cylinder angegossen, sondern angeschroben. Seine Seitenwände habe ich nemlich in Form starker Rippen an den Cylinder angießen lassen, und die äußere Wand durch eine starke Blechplatte gebildet, die ich mit Eisenkitt darüber schrob. Eine solche Einrichtung hat bedeutende Vorzüge vor den angegossenen Canälen. Letztere fallen nemlich im Gusse leicht fehlerhaft aus und werden häufig Ursache vom Mißlingen des ganzen Cylindergusses, wenigstens von Fehlern in derjenigen Wand des Cylinders, worin

Digitized by Google

menden Dämpfe unter den Kolben zu leiten. Er krümmt sich unten seitwärts und mündet mit einer länglicht viereckigen Oeffnung in die Seitenwand des Cylinders aus. Auf der oberen Fläche des oberen Cylinderkranzes erscheint seine Mündung gleich neben dem inneren Rande der Cylinderhöhlung. Sein Querschnitt muß auf der hier abgebildeten Maschine 3 Zoll lang, und $\frac{3}{4}$ Zoll breit sein, und seine inneren Wände sind recht glatt zu gießen und auszuputzen, damit die durch ihn strömenden Dämpfe durchaus auf kein Hinderniß in ihrer Strömung stoßen. Seine innere und äußere Wand gießt man am besten concentrisch mit den innern Cylinderwänden. Auf der 3. Tafel, Fig. 3, sieht man bei w den beschriebenen Canal, und zwar bei x dessen unteres seitwärts in den Cylinder mündendes Ende, bei g sein oberes Ende.

Ich umgebe den Cylinder mit einer dünnen Kapsel von Gußeisen oder Messingblech. Sie steht genau so weit vom Cylinder ab, daß der an dem Cylinder herablaufende, eben beschriebene Canal, der vor den übrigen äußern Cylinderwänden vorsteht, von ihr bedeckt und ganz unbemerkbar wird. Die Kapsel muß, wie die Säulen canelirt sein, damit der Cylinder mit diesen möglichst übereinstimmend aussehe. Zwischen Cylinder und Kapsel stopfe ich Wolle oder irgend einen schlechten Wärmeleiter. Kann man die Kapsel an den Cylinder oben und unten ziemlich luftdicht anschließend machen, so läßt man den Raum am besten leer. Die in dem Zwischenraume zwischen Kapsel und Cylinder sich aufhaltende Luft ist, als sehr schlechter Wärmeleiter, das beste Schutzmittel gegen das Ausstrahlen der Wärme von den Cylinderwänden.

Der Cylinder muß sehr gut und gleich gebohrt, und sauber ausgeschliffen werden. An beiden Enden lasse ich ihn inwendig etwas konisch aussenken, und den in ihn eingreifenden Vorsprung der Deckel dem gemäß arbeiten. Diese Aussenkung

---

der Canal sich befindet. Auch hat eine solche Maaßregel das Bequeme, daß man nun die innern Wände des Canals gehörig glatt und sauber ausarbeiten kann, und daß der Canal nicht so weit hervorragend wird.

Digitized by Google

hat großen Nutzen beim Einsetzen des Kolben, wenn er neu geliedert worden ist. Es streift sich dann nemlich die Hanfliederung nicht so sehr an dem scharfen Rande der Cylindermündung, und dringt leichter in dieselbe ein. Da bei dem Cylinder der hier beschriebenen Maschine am obern Ende der innern Cylinderwand keine Seitenmündung eines, die Leitung der Dämpfe über den Kolben besorgenden Kanals ist, so erfährt der Kolben bei seinem Eindringen in den Cylinder auch an dieser Stelle keinen Widerstand, und wird hinsichtlich seiner Liederung durch keine scharfen Ränder der Oeffnung gefährdet. Wie wichtig dieser Umstand sei, wird jeder lebhaft fühlen, der eher Kolben neu geliedert und in Cylinder eingesetzt hat. Ich habe nicht selten gesehn, daß Hanfliederungen bei diesem Einsetzen am oberen Rande des Cylinders und bei den Seitenöffnungen schon in dem Maaße verletzt wurden, daß sie sogleich fehlerhaft in den Cylinder kamen und folglich auch schlechte Resultate geben mußten.

Auf dem obern Deckel des Cylinders ist die Steuruug angebracht. Ich will diesen Deckel daher erst dann näher beschreiben, wenn ich bis zu dieser gelangt bin. Der untere enthält die Stopfbüchse für die Kolbenstange. Er wird mit tüchtigen 1 Zoll starken Schrauben an den untern Cylinderkranz angeschroben. Zur Dichtung wird Rollblei angewandt. Damit dieses beim Anschrauben des Deckels unter keinen Umständen seitwärts weichen könne, enthält der Cylinderkranz nahe an seinem innern Rande eine $\frac{3}{10}$ Zoll tiefe und $\frac{1}{2}$ Zoll breite ringförmige Vertiefung, in welche der Deckel mit einem entsprechenden erhabenen Ringe eingreift. In die Vertiefung wird der dichtende Bleiring gelegt. Das genaue Ineinandergreifen beider Theile bewirkt hier, daß der Bleiring nach innen von dem in den Cylinder eingreifenden Vorsprunge des Deckels, nach außen von dem Rande der Vertiefung so eingeengt wird, daß er nach keiner Richtung weichen kann. Ich rathe, diese Maaßregel möglicherweise an allen Stellen zu nehmen, wo man durch Bleiringe dampfdichte Verbindungen herstellen will. Ohne dieselbe weichen die anzuwendenden Bleiringe nach bei-

Digitized by Google

den Seiten aus, und werden zuletzt ganz zwischen den zu dichtenden Rändern herausgepreßt, so daß aller Schluß aufhört, und man alle Augenblicke nachzuhelfen, und neue Bleiringe einzulegen hat. Auf der vierten Tafel, wo in Fig. 9 ein Durchschnitt meines Cylinders in einem etwas größern Maaßstabe vorgestellt ist, sieht man bei a und a diese Einrichtung für die Bleidichtung getroffen. Hoffentlich wird jeder sie ohne besondere weitere Erklärung verstehen.

Der untere Deckel enthält auf seiner obern, nach dem Cylinder hinsehenden Fläche einen Vorsprung, der so tief in den Cylinder eingreift, daß er bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll von dem obern Rande der in den Cylinder führenden Seitencanalöffnung reicht. Damit er die Mündung dieser Oeffnung aber nicht decke, ist er bei derselben halbrund bis zum untern Rande der Oeffnung ausgeschnitten, wie man auf Tab. III, Fig. 3 bei z sieht. Diesen Vorsprung habe ich aus dem Grunde angeordnet, um die schädlichen Räume zwischen Kolben und Deckel beim tiefsten Stande des erstern möglichst zu verkleinern, ohne daß der Kolben vor die Mündung der Seitenöffnug zu treten braucht. Beim oberen Deckel ist, wie sich weiter unten ergeben wird, ein so großer Vorsprung nicht nöthig, da an dem obern Ende der innern Cylinderwand die Seitenöffnung, wie oben schon bemerkt worden, wegfällt.

Von den nothwendigen Erfordernissen zu einer guten Stopfbüchse für die Kolbenstange schwingender Cylinder habe ich oben schon gesprochen. Da nemlich bei kleinern Maschinen eine besondere Leitung der Kolbenstange außerhalb des Cylinders und zwar zwischen besondern Führern wegfällt, und die Stopfbüchse die ganze Leitung übernimmt, so muß selbige außer der Dichtung des Kolbenstangenganges diesen wichtigen Zweck auch gehörig erfüllen. Dieserhalb darf man die Liederung schon etwas höher einrichten, als gewöhnlich, und dem metallenen Boden der Stopfbüchse und dem Stopfpfropfen eine bedeutende Höhe geben, damit ihre leitenden Canäle für die Kolbenstange eine möglichst große Länge erreichen. Bei einer prüfenden Ansicht des auf Tab. III. Fig. 3 und 4 gelieferten Durchschnittes

Digitized by Google

meiner Stopfbüchse wird man ihre Construktion gehörig kennen lernen. 1 ist der Boden derselben, 2 die Liederung, und 3 der Stopfpfropfen. Das Größenverhältniß aller dieser Theile giebt der beigefügte Maaßstab.

Um die Kolbenstange immer gehörig in Fett zu erhalten, kann man in die Liederung einen Ring von Rothguß, der ohngefähr 1½ Zoll hoch ist, legen. Er muß auf seiner äußern und innern Fläche ausgedreht sein, und wenn er in die Stopfbüchse eingesetzt ist, mit diesen Aushöhlungen an der innern Wand der Stopfbüchse und an der Kolbenstange ringförmige Canäle bilden, die durch mehrere durch den Körper des Ringes gebohrte Oeffnungen mit einander in Verbindung stehn. In der Gegend des Ringes wird dann die Wand der Stopfbüchse durchbohrt, und in die äußere Mündung des Bohrloches eine kleine Fettbüchse, in der in Fig. 9. Tab. IV. bezeichneten Form, eingeschroben. Wie man leicht einsehen wird, liegt der Ring zwischen 2 Liederungen, die beide durch den Stopfpropfen, in der Stopfbüchse zusammengepreßt und dicht an die Kolbenstange und den Ring anschließend erhalten werden. Die obere Liederung verhütet das Entweichen der Dämpfe bei der Kolbenstange, und ist die höhere; die untere, und zugleich die kleinere, hält die in den Ring gebrachte Schmiere zurück, daß sie nicht bei der Kolbenstange und aus der Stopfbüchse entweichen könne. Thut man Talg in den äußern kleinen Fettbehälter, so fließt dieser, wenn er durch die Hitze des Cylinders geschmolzen ist, durch das gebogene Rohr und die Oeffnung der Stopfbüchsenwand in den Ring, vertheilt sich in die, zwischen ihm, der äußern Stopfbüchsenwand und der Kolbenstange gebildeten, ringförmigen Canäle, indem er von dem äußern Canale durch die Durchbohrungen des Ringkörpers in den innern gelangt, und hält die Kolbenstange ununterbrochen in Schmiere, wobei die untere Liederung jede unnütze Verschwendung, so wie jedes Nachaußendringen des Lubrificationsmittels sattsam verhütet.

Auf Tab. IV., in Fig. 9 ist diese ganze Vorrichtung im perpendikulären Durchschnitte vorgestellt. Bei b sieht man den

Digitized by Google

Ring mit seinem äußern und innern kreisförmigen Canal, und einer der Communicationsöffnungen zwischen beiden, c ist die auf den Ring treffende Durchbohrung der Stopfbüchsenwand, d das von derselben zu dem Fettbehalter e führende Rohr. Bei f liegt die obere, über dem Ringe befindliche, bei g die untere Liederung.

Damit diese Vorrichtung ihren Zweck erreiche, und der Ring, zum Behufe seiner nothwendigen Verbindung mit der, mit dem Talgbehälter e durch das Rohr d communicirenden Oeffnung in der Seite der Stopfbüchse, immer auf die rechte Stelle komme, ist es durchaus nothwendig, daß beide Liederungen, jede in angemessener Menge hineingelegt werden. Da der Ring $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist, und seine Aushöhlungen wenigstens 1 Zoll breit ausfallen, so kann eine kleine Verschiebung ihn indessen noch so leicht nicht außer dieser Verbindung bringen. Um die genügende Portion Hanfflechten für jede Liederung genau zu treffen, mögte es sehr gerathen sein, die dazu nöthigen Quantitäten auf einer möglichst empfindlichen Waage zu wägen, und dann die durch die Erfahrung ermittelten Gewichtstheile anzuwenden.

Fürchtet man mit dieser Vorrichtung zum Schmieren der Kolbenstange nicht fertig zu werden, so kann man sie auch weglassen, und jenes Mittel anwenden, dessen ich mich gewöhnlich, und zwar mit Bequemlichkeit und glücklichem Erfolge, bediene. Dasselbe besteht darin, daß ich Talg auf einen Lappen von Tuch streiche, und mit diesem die Kolbenstange während des Ganges der Maschine öfters berühre, wobei ich indessen wohl dahin sehe, daß die Kolbenstange auch auf allen Seiten Fett erhalte. Diese Methode ist leicht und einfach auszuführen, und völlig zufriedenstellend, zumal da die Kolbenstange innerhalb des Cylinders von dem seifenartigen Wasser, welches an den Cylinderwänden durch Kolbenschmiere und verdichtete Dämpfe sich bildet, und auf dem untern Deckel sich anhäuft, benetzt, und dadurch einigermaßen lubricirt wird.

In den Stopfpfropfen setze ich eine Büchse von härterem Rothgusse so ein, daß sie leicht herausgenommen werden kann,

Digitized by Google

Sie wird durch 4 Stellſchrauben Tab. IV. Fig. 9, h. h in ihrer Stellung erhalten. Man drehet ſie von Zeit zu Zeit etwas, damit ſie ſich nicht oval ausſchleife. Auch in den Boden der Stopfbüchſe rathe ich eine Büchſe ſo einzuſetzen, daß ſie herausgenommen, und dann und wann in eine andere Stellung gebracht werden kann. Um ſie immer dampfdicht befeſtigen zu können, empfehle ich, ihr unteres Ende, wie in Fig. 9, bei i i bemerkt iſt, mit einem koniſchen Anſatze, der in eine gleiche Verſenkung des Bodens eingeſchmirgelt wird, zu verſehen, ſehr nothwendig habe ich nemlich bei allen Stopfbüchſen dieſen dampfdichten Schluß der Büchſe gefunden, wenn die Liederung derſelben keinen Dampf entwiſchen laſſen ſoll. Der Hanf ſcheint ſich nemlich immer am feſteſten um die Kolbenſtange herum anzulegen, und nach der innern Stopfbüchſenwand hin lockerer zu bleiben. Iſt nun die Fuge der Büchſe undicht, und liegt näher an jener Wand oder gar, wie in der Figur, hart an derſelben, ſo trifft ſie auf die lockere Partie der Liederung und es entweichen Dämpfe durch dieſe.

Ich ziehe die Stopfpfropfen immer durch Oehrſchrauben in die Stopfbüchſe hinein. Damit vor den Muttern dieſer Schrauben, die, um ſich nicht leicht zu löſen, ſchwer im Gewinde gehen müſſen, diejenigen Stellſchrauben, die die vorhin beſchriebene Büchſe in den Stopfpfropfen befeſtigen, Platz gewinnen, laſſe ich denjenigen Theil des Stopfpfropfens, worin die Stellſchrauben liegen, nach unten ſtark hervortreten, wie man in Fig. 9, bei k deutlich abgebildet ſieht. Sollte man fürchten, daß die Muttern auf den Oehrſchrauben mit der Zeit etwas locker in ihren Gewinden werden, und daher ſich leicht löſen, ſo thut man wohl, dieſelben aus 2 Theilen beſtehen zu laſſen, ſo daß der runde Theil derſelben die Hauptmutter, und der Geckige Theil eine Gegenmutter bildet, durch deren feſtes Anziehen die Hauptmutter, nach der eingenommenen geſetzlichen Stellung, in der Art befeſtigt wird, daß ihre Gewindgänge ſtark gegen die der Schraube angezogen, und durch die dadurch zwiſchen ihnen entſtehende größere Reibung vor der Losdrehung geſchützt werden. Iſt indeſſen der Stopfpfropfen nur recht

Digitized by Google

fleißig in die Stopfbüchse eingepaßt, ja wo möglich hineingeschmirgelt, so daß er keinerlei wackelnde Bewegung erleidet, so werden sich die Muttern der Oehrschrauben auch nicht leicht lösen.

3) Kolben.

Ich wende, wie ich schon oben bemerkt habe, Kolben mit Hanfliederung an, indem ich sie, wie ich dort mit Gründen belegt habe, für solche halte, die am wenigsten kostspielig sind, und bei weniger Reibung am dampfdichtesten arbeiten. Die Construction meines Kolben ist ganz diejenige, die gewöhnlich bei Hanfliederungen angewandt wird, jedoch steht er, da seine Kolbenstange nach unten wirkt, in umgekehrter Stellung. Ich richte seinen untern Theil und die Schrauben, die ihn gegen die obern drücken, um die Liederung zusammen zu pressen, auf eine eigene Weise ein. Da ich nämlich oft die Bemerkung gemacht habe, daß dieser untere Theil und die genannten Schrauben sich allmählig lösen, wenn die Liederung nachgiebt und mehr zusammengeht, und daß in diesem Falle die, bei jedesmaligem Aufgange des Kolben auf seine untere Fläche fallende Dampfkraft diesen Theil, zum großen Nachtheile der Liederung, plötzlich stark gegen den andern drückt, und dadurch eine Erschütterung hervorbringt, die die Schrauben des Untertheils immer mehr löset und herausschüttelt, durch das endliche Anstoßen dieser Schrauben an den untern Cylinderdeckel aber eine namhafte Beschädigung derselben, des Kolbenkörpers und des Cylinderdeckels erfolgen kann; so habe ich zwischen den Anziehschrauben einige Stellschrauben angeordnet, die, nach genügendem Anzuge jener, fest gegen den Kolbenkörper geschroben werden müssen. Der Untertheil des Kolben wird dadurch in jeder ihm gegebenen Stellung in dem Grade befestigt, daß er selbst beim Zusammengehen der Liederung solche behält, und durch die auf ihn wirkenden Dämpfe keinen nachtheiligen Einfluß auf diese Liederung äußern kann. In Fig. 10. Tab. III. habe ich die untere Ansicht eines Kolben abgebildet. Man sieht hier bei aaaa die 4 Anziehschrauben, zwischen diese, bei bbbb, die Stellschrauben. Fig. 11 stellt einen perpendiculären Durchschnitt des Kolben durch die Achse desselben vor, und zwar so, daß

Digitized by Google

2 Stellschrauben mit durchschnitten werden. Man sieht hier, daß diese Schrauben bloß stumpf gegen den Körper des Kolben geschroben sind, und in der Platte a ihr Gewinde haben, während die Anziehschrauben in den Kolbenkörper eingeschroben werden. Die Stellschrauben müssen eine solche Länge haben, daß ihre in den Untertheil versenkten Köpfe ganz in die Versenkung eingetreten sind, wenn dieser Untertheil bei frisch gelegter Liederung seinen höchsten Stand über dem Kolbenkörper eingenommen hat. Sie werden dann beim höchsten Kolbenstande, in Absicht auf ihre Entfernung vom untern Cylinderdeckel, in einer gleichen Stellung bleiben, selbst wenn der Kolben bis auf's Maximum zusammengeschroben ist, und nie wird der Fall eintreten können, daß sie gegen den Cylinderdeckel anstoßen und diesen beschädigen. Ich kann diese Einrichtung an den Kolben mit Hanfliederung nicht genug empfehlen. Jeder, der mit Kolben dieser Art je umgegangen ist, und sie längere Zeit mit Aufmerksamkeit behandelt und beobachtet hat, muß die Zweckmäßigkeit dieser Maaßregel, um einen bis jetzt noch nicht gehobenen Uebelstand zu beseitigen, anerkennen.

Wenn meine Dampfcylinder einen großen Durchmesser bekommen, so wird nur ein Ring mit einem Vorsprunge zum Anschrauben der Liederung gebraucht, gerade wie es an den gewöhnlichen Kolben der Maschinen mit niederm Drucke der Fall ist. Auch bei solchem größern Kolben rathe ich, die Stellschrauben mit den Anziehbolzen vereint anzuwenden, wenn gleich hier die Dämpfe nicht die nachtheilige Wirkung auf den Ring ausüben dürften, den sie auf die untern Deckplatten kleinerer Kolben äußern.

Ich habe oben schon ziemlich genau diejenige Liederung beschrieben, die ich jetzt bei meinen Kolben anwende, und die wahrlich hinsichtlich ihrer Zweckmäßigkeit, ihrer Dauerhaftigkeit, ihrer wenigen Reibung und ihrer vorzüglichen Dampfdichtigkeit wegen nicht genug zu empfehlen ist. Ich nehme dazu Hanf, dessen Fasern von dem ihnen anhängenden und sie aneinander klebenden harzig glutinösen Stoffe durch Klopfen gehörig gereinigt und weicher und sanfter gemacht sind, lasse ihn zu ganz

Digitized by Google

lose gedrehten Schnüren von eines schwachen Viertelzolles Durchmesser spinnen und dann fest zusammenflechten, so daß mehrere (3 bis 5) solcher Schnüre auf eine Strehne der Flechte kommen, je nachdem die Liederung dünn oder dick sein soll. Von diesen Flechten, die, wie gesagt, nicht locker geflochten sein dürfen, befestige ich, nach aus dem Cylinder genommenem Kolben, ein Ende in einem Loche des untern vorstehenden Kolbenrandes dadurch, daß ich einen hölzernen Pflock dazu hineinschlage. Dann winde ich, nachdem ich die untere Deckplatte oder den Ring möglichst zurückgeschoben habe, die Flechte erst flach, Gang dicht an Gang, oder Windung an Windung, in 1 oder 2 Lagen, nach Beschaffenheit der Stärke, die die Liederung haben soll, um den Kolben herum, kehre dann mit den Windungen zurück, und reihe eine Reihe von der Flechte fest an die andere, indem ich sie auf die hohe Kante nehme und die Windungen mit einem hölzernen Hammer immer fest an einander treibe. Ist auf diese Weise der Kolben voll gewunden, so schlage ich die letzten Windungen recht fest in einander und befestige das Ende der Flechte, indem ich es fest unter die letzte Windung stopfe und gut durch den Hammer anklopfe. Dann gehe ich noch einmal mit dem Hammer zurück, um der ganzen Liederung durch sanftes Schlagen eine möglichst ebene Oberfläche zu geben. Habe ich auf diese Weise alle Buckel und Vertiefungen derselben entfernt und ausgeglichen, was sehr leicht zu bewerkstelligen ist, so versuche ich, den Kolben von unten in den Cylinder zu schieben, um mich zu überzeugen, ob er gut in demselben passe. Kenne ich einmal die Stärke der Hanfflechten und ihr Verhältniß zu der durch Liederung auszufüllenden Höhlung des Kolben und zum Durchmesser des Dampfcylinders, so ist es sehr leicht, hier das richtige Maaß sogleich zu treffen. Finde ich die Liederung des Kolben zu stark, so treibe ich seine Hanfflechten durch wiederholtes Klopfen mit dem Hammer mehr zusammen. Ist er hingegen noch zu locker, so schraube ich die untere Deckplatte etwas an, wodurch die Liederung mehr zusammengepreßt wird und aufschwillt, bringe darauf die Deckplatte in die vorige Stellung, und suche nun noch

Digitized by Google

eine oder mehrere Windungen von der Hanfflechte zwiſchen Deckelrand und die ſchon beſtehenden Windungen zu legen, und durch Unterſtopfen ihrer Enden zu befeſtigen. Paßt dann der Kolben im Cylinder, ſo tränke ich ſeine Liederung mit geſchmolzenem Talge, und treibe ihn durch Hämmern mit einem größern Hammer hinein, wobei ich nicht unmittelbar auf den Kolben, ſondern auf ein Stück harten Holzes ſchlage, welches ich vor Hirn auf denſelben ſetze. Ich bin bei dieſem Eintreiben nicht ängſtlich, wenn der Kolben auch ſehr ſchwer in den Cylinder eindringt. Iſt er ſo weit in den Cylinder hineingetreten, daß ich ſeine Kolbenſtange in das Verbindungsſtück mit der Kurbel einſetzen und den Keil vortreiben kann, ſo iſt er durch Drehen des Schwungrades, nach vorgeſchrobenem unterm Cylinderdeckel, leicht weiter in den Cylinder hineingetrieben. Finde ich, daß er noch nicht ſchwer genug eindringt, ſo ſchiebe ich ihn wieder nach unten, und ſchraube, nach Wegnahme des Cylinderdeckels und Löſung ſeiner Stellſchrauben, ſeine Anziehſchrauben mehr an. Man wird immer finden, daß derſelbe, wenn er nach der friſchen Liederung anfangs auch noch ſo ſchwer in den kalten Cylinder eindringt, er nach Einlaſſung der Dämpfe in dieſen und deſſen dadurch erfolgender Erhitzung ſogleich einen leichtern Gang annimmt und behält.

Es iſt nach einer neuen Liederung des Kolben in den erſten 3 oder 4 Tagen nöthig, ihn täglich wenigſtens einmal nachzuſehen und nachzuſchrauben, was gar keine Schwierigkeiten macht, da man nur nöthig hat, nach ſeiner Stellung auf den unterſten Standpunkt, den untern Cylinderdeckel abzuſchrauben und auf der Kolbenſtange herunter zu ſchieben, worauf man ungehindert zu ihm gelangen kann. Iſt er einige Male nachgeſchroben, ſo hat ſeine Liederung ſich geſetzt und die gehörige Feſtigkeit erlangt. Es iſt dann hinreichend, wenn man ihn nur alle 8 oder 14 Tage des Sonntags, wenn die Maſchine ſtille ſteht, einmal revidirt. Später iſt auch dies nicht mehr nöthig. Eine Beobachtung des Ausblaſens der Maſchine genügt dann, über den Zuſtand des Kolben ſich immer zu belehren. Um dieſes Ausblaſen aber bequem beobachten zu können, bringt man

Digitized by Google

eine kleine Oeffnung am Exhaustionsrohre der Maschine an, die man außer der Zeit der Beobachtung durch einen kleinen hölzernen Stöpsel verstopft.

Warum man beim Nachschrauben des Kolbens den untern Cylinderdeckel erst immer wieder vorzuschrauben habe, bevor man ihn vermittelst Drehung der Kurbel in den Cylinder hineintreibt, ist leicht einzusehen. Die Kolbenstange würde nämlich ohne den Deckel aller Leitung in der Achse des Cylinders entbehren, und beim Drängen der Kurbel zur Seite den Kolben in eine schiefe Stellung gegen die innern Cylinderwände bringen, wobei diese leicht verletzt werden könnten. Damit übrigens bei diesem Vorschrauben des Cylinderdeckels, in dem Falle, daß er sogleich wieder abgeschroben werden muß, um von Neuem zum Kolben zu gelangen, unnöthige Arbeit erspart werde, genügt es, nur 1 oder 2 Schrauben dabei einzusetzen und anzuziehen. Bei Oeffnung des Cylinders läßt man den Deckel über der Kolbenstange immer nach unten gleiten, wo er dann auf der Kurbel einen guten Stützpunkt findet, der ihn am weitern Hinuntersinken genügend hindert.

Beim ersten Gange eines neugelieberten Kolben ist sehr anzurathen, ihm öfter etwas Fett zu geben, damit seine Liederung davon gehörig durchdrungen werde. Später ist es hinreichend, wenn er alle 2 oder 3 Stunden davon erhält. Man gebe ihm immer nur kleine Quantitäten, weil bei größern das Fett theilweise doch nur unnütz verspritzt, verschmiert und mit den Dämpfen zum Cylinder herausgeblasen wird. Alles dieses gilt auch von der Liederung der Stopfbüchse und dem nöthigen Schmieren derselben. Beim jedesmaligen Stillstande der Maschine, nach vollbrachter Tagesarbeit, lasse man beim Abschließen des Dampfes noch eine größere Quantität Schmiere in den Cylinder, um diesen durch gehörige Fettung seiner Wände vor dem Rosten möglichst zu schützen. Von dem Nutzen und der Nothwendigkeit dieser Maaßregel habe ich schon früher gesprochen.

Das Schmieren des Kolben geschieht in meiner Maschine auf eine ganz eigene, von der, bei andern Hochdruckmaschinen üblichen, ganz verschiedene Weise. Ich bewerkstellige es ohne

Digitized by Google

alle besondere künstliche Schmierapparate und Fettpumpen. Der obere Deckel enthält nämlich bloß ein ganz kleines Ventil, das sich nach dem Cylinder hinein öffnet, und durch eine kleine leichte Spiralfeder angedrückt erhalten wird. Es ist in einer Höhlung des obern Deckels angelegt, die auswendig mit einem aufstehenden becherförmigen Rande versehen ist, so daß eine Portion Talges sich darin halten kann. Ist dieser kleine Behälter mit Talg gespeiset, und dieser gehörig geschmolzen, so schließt man nur den Dampf kurz vor dem Niedergange des Kolben auf einen Augenblick von der Maschine ab, und sogleich wird der geschmolzene Talg, wegen der, während des Niederganges des Kolbens über ihm entstehenden Leere, durch das Ventil eingesogen, bei welchem Acte, wenn er mit gehöriger Präcision ausgeführt wird, fast nicht die mindeste Störung im Gange der Maschine bemerkbar wird. Man nimmt das Einschlürfen des Talges an einem eigenen zischenden Geräusche wahr, welches die mit dem Talge eingesogene Luft verursacht. Wo die durch die Dampfmaschine betriebenen Werke keine durchaus vollkommen regelmäßige Geschwindigkeit verlangen, kann man dieses Fetteinschlürfen von der Maschine mehrmals wiederholen lassen, im entgegengesetzten Falle muß man aber sehr vorsichtig sein, weil ein längerer Abschluß des Dampfes von der Maschine doch eine momentane Verminderung ihrer Geschwindigkeit unausbleiblich nach sich zieht. Wo eine vollkommen gleichmäßige Bewegung, z. B. in Spinnereien, in welchen sehr feine Nummern gesponnen werden, gefordert wird, würde ich zum Gebrauche einer kleinen Fettpumpe rathen. Auf Tab. IV. Fig. 18 sieht man bei a die eben beschriebene Schmiervorrichtung. b bezeichnet das Ventil derselben mit seinem 3eckigen Stiele und der Spiralfeder, c den kleinen Fettbehälter, dessen becherförmig vorgeschrobener Rand so hoch sein muß, daß der flüssige Talg bei der schwingenden Bewegung des Cylinderdeckels nicht verschüttet werde.

Diese Schmiervorrichtung hat vor allen andern Schmiervorrichtungen, z. B. den Fettpumpen und Schmierhähnen, den Vorzug, daß das eingebrachte Fett von der mit Gewalt ein-

Digitized by Google

dringenden Luft zersplittert, und durch die kegelförmige Fläche des Ventils rund herum strahlenförmig gegen die Wände des Cylinders getrieben wird. Damit die Luft aber sogleich mit eindringen könne, ist es gut, daß nur immer grade so viel Fett in die Höhlung des Deckels über dem Ventile gethan wird, als zu einer Schmierung nöthig ist. Da wo Fettpumpen angewandt werden müssen, wird jedem Mechaniker eine zweckmäßige Einrichtung derselben zur Hand liegen. Er kann ihre Betriebsvorrichtung allenfalls so anordnen, daß sie durch die Schwingungen des Cylinders von selbst in Thätigkeit kommt, wenn man sie durch irgend einen einfachen Mechanismus mit dem feststehenden Gestelle kuppelt.

Von Schmierhähnen rathe ich unter allen Umständen ab. Sie verlieren bald ihre Dampfdichtigkeit, und dann blasen die vorbeidringenden Dämpfe das Fett leicht aus den Fettbüchsen heraus. Ich habe früher dergleichen Hähne wohl angewendet, aber stets Ursache gehabt, ihre Anwendung zu bereuen, so daß ich in neuester Zeit sie völlig zu verwerfen gezwungen wurde.

Damit die untere Kolbenplatte gehörig Spielraum beim Auf- und Niederschrauben gewinne, muß zwischen ihr und dem obern Cylinderdeckel gehörig Platz sein. Zwar vergrößert dieser Umstand, wenn die Platte ganz heruntergeschroben ist, den sogenannten schädlichen Raum zwischen Kolben und oberen Cylinderdeckel, jedoch ist diese Vergrößerung von nicht zu berücksichtigender Bedeutung.

Will man die untere Kolbenplatte, die sich bei langer Arbeit des Kolben leicht gegen die Liederung festsetzt, und durch Eindringen von verhärteter Schmiere oder von Hanffasern in die Fugen zwischen ihr und dem Kolbenkörper oft wie festgeleimt erhalten wird, von dem Kolben abnehmen, so kommen die Stellschrauben dabei sehr zu Statten. Man braucht nämlich nach Lösung der Anziehschrauben nur die Stellschrauben gegen den Kolbenkörper fest anzuschrauben, so wird die Platte dadurch von demselben abgedrängt werden, und sich sogleich lösen.

Bei Maschinen von größern Dimensionen würden die Körper der Kolben nach der eben beschriebenen Construction sehr massiv

Digitized by Google

und ſchwer ausfallen. Ich gieße ſie dann in derjenigen Weiſe hohl, wie ſie in den Maſchinen mit niederm Drucke in der Regel ausgeführt erſcheinen, und wie ich einen derſelben auf Tab. IV. Fig. 13 abgebildet habe. Die Höhlung a kann dann entweder mit Holz oder irgend einem andern leichten Materiale ausgefüllt werden. Ueber die ganze obere Fläche des Kolbens wird dann eine Meſſingplatte mit kleinen Schrauben feſtgeſchroben, die nach oben ein wenig convex gearbeitet wird. Sie verhütet, daß die Schmiere in die Höhlung des Kolbenkörpers eindringt, und leitet ſie gegen die Cylinderwände und an die Liederung.

Ich habe die Kolbenſtange am Kolbenkörper immer dadurch befeſtigt, daß ich ſie von unten mit einem kleinen kegelförmigen Anſatze in denſelben eintreten ließ, nnd ſie an den Körper durch eine ſtarke Mutter anzog, die in demſelben verſenkt liegt. Damit die Kolbenſtange ſich nicht drehen und ſo die Mutter löſen könne, verſehe ich ſie unten vor dem coniſchen Anſatze mit einer Platte, die an die Stange angeſchweißt iſt, und mit einem ſtarken Stifte in eine Vertiefung des Kolbenkörpers eingreift. In Fig. 9 und 11 (Tab. IV.) ſieht man dieſe Einrichtung. b iſt der coniſche Anſatz der Stange, c die verſenkte Mutter zum feſten Anziehen derſelben, d die Platte mit dem beſchriebenen Stifte e. Das Losdrehen der Mutter verhüte ich durch eine kleine Schraube, wodurch ich ſie in der, nach ihrem feſten Anſchrauben angenommenen, Stellung fixire, eine Maaßregel, die jedem Mechaniker bekannt iſt. Damit kein Dampf bei der Kolbenſtange durch den Kolbenkörper dringe, iſt der coniſche Anſatz derſelben in letztern dampfdicht eingeſchmirgelt. In vielen Fällen möchte das Anziehen der Kolbenſtange an den Kolbenkörper durch einen Keil der Befeſtigung durch eine Mutter vorzuziehen ſein. Gewiß iſt, daß man die Verbindung der beiden genannten Theile nicht feſt genug bewirken könne, da die ganze Kraft der Maſchine beide immer von einander zu trennen ſtrebt, und dies auf eine Weiſe, die dadurch, daß die trennende Kraft immer momentan und ſtoßweiſe wirkt, und ſich immerwährend wiederholt, um ſo viel nachtheiliger wird. Da der Kolbenkörper nur dann von der Stange wieder ge-

Digitized by Google

trennt zu werden braucht, wenn diese verschliffen ist, und durch eine neue ersetzt werden muß, so kann man bei Anwendung einer Mutter die Schraube über derselben auch vernieten, oder besser durch einen, zwischen sie und der sie aufnehmenden Versenkung im Kolbenkörper getriebenen Körper unverrückbar festklemmen, oder auch Zähne an ihrem Umfange einfeilen, und einen kleinen Sperrkegel anbringen, der jede Zurückdrehung derselben verhütet; doch genug hievon, jeder Mechaniker, der meine Maschinen zu bauen Lust bezeigen sollte, wird schon von selbst Mittel und Wege aufzufinden wissen, hier eine dauerhafte Verbindung zu bewerkstelligen, ohne daß ich mich so weitschweifig darüber auszusprechen nöthig habe.

Sollte man es vorziehen, ein neues Liedern des Kolben und das nachherige Anziehen der Schrauben am obern Theile des Cylinders vorzunehmen, so muß der Kolben so gebaut werden, daß sein beweglicher Theil mit seinen Stell- und Anziehschrauben nach oben zu liegen kommt. Man muß dann, um den obern Cylinderdeckel mit der Steurung abnehmen zu können, den Regulator und sein Gestell zuvor entfernen. Um dieses umständliche Geschäft möglichst bequem besorgen zu können, bringe man oberhalb der Maschine eine hinreichend große Oeffnung in der Decke des Maschinenlocals an, die in das obere Stockwerk führt. Ueber derselben (in diesem Stockwerke) kann man dann einen Flaschenzug aufhängen, und durch diesen jene Theile, so wie den obern Cylinderdeckel und den Kolben selbst in die Höhe winden. Diese Maaßregel wird um so mehr nöthig, je größer die Maschine ist, und je schwerer deshalb alle diese Theile ausfallen.

Bei meinen neuesten Maschinen habe ich eine veränderte Einrichtung getroffen, um die Hanfliederung am Kolben zusammenzuschrauben. Sie hat nicht allein den großen Vortheil, daß sie die Liederung nicht von innen nach außen heraus drängt, wobei wegen der Unelasticität der Hanffasern nicht selten die einzelnen Flechtenringe zerrissen werden, sondern erzeugt auch viel weniger schädlichen Raum im Cylinder, und giebt der untern Kolbenfläche eine größere Stabilität und Unnachgiebigkeit.

Digitized by Google

Diese Einrichtung ist auf Tab. IV. in Fig. 12 von außen, und in Fig. 13 im perpendiculären Durchschnitte abgebildet. a ist der Kolbenkörper, b die Kolbenstange, c eine untere Platte, die durch die Schrauben d d fest auf den Kolbenkörper niedergeschroben wird. Um den Kolbenkörper ist ein Ring e gelegt, der sich auf demselben fleißig auf und nieder schieben läßt. Durch die obere Platte gehen die Stellschrauben f f, die auf den Ring treffen, und diesen hinauf drängen, wenn sie aufwärts geschroben werden. Ist nun bei g die Liederung des Kolben angebracht, so wird diese bei dem Aufwärtsdrängen des Ringes zusammengepreßt. Die Stellschrauben f f treten bei der Bewegung des Kolben gegen den Deckel in Vertiefungen desselben ein, und sind unter der untern Platte mit Gegenmuttern versehen, um sie in der gegebenen Stellung unwandelbar befestigen zu können. Der schädliche Raum, der hier beim Zusammenschrauben des Kolben entsteht, erstreckt sich nur auf den ringförmigen Raum, der zwischen unterer Platte des Kolben und dem Ringe entsteht, wenn dieser heraufgeschroben wird. Auf welche Weise bei einer solchen Kolbeneinrichtung die Liederung vor dem Herausdrängen nach außen und dadurch bedungenem Zerreißen gesichert wird, dürfte demjenigen sogleich einleuchten, dessen Aufmerksamkeit hier der völlige Mangel des, an den gewöhnlichen Kolben befindlichen, von seinem untern beweglichen Theile nach oben hervorragenden, und über den Kolbenkörper greifenden Vorsprunges nicht entgangen ist.

Bei diesem neuern Kolben mit Hanfliederung habe ich die Hanfflechten in einzelne Stücke zerschnitten, und diese Stücke an beiden Enden zusammengenäht, so daß sie Ringe bilden, die genau den Kolbenkörper umschließen, wenn sie auf denselben geschoben werden. Solcher Ringe lege ich dann so viele auf den Kolbenkörper über einander, als nöthig ist, um der Liederung die gehörige Höhe zu geben. Die zusammengenähten Stellen der Ringe, als die weniger dampfdichten, versetze ich aber in der Art, daß sie nicht auf einander treffen.

Diese Art zu liedern ist weit bequemer, als die oben beschriebene, indem man bei derselben den Kolben nicht aus dem

Digitized by Google

Cylinder zu nehmen braucht, sondern vom untern Cylinderende seine Liederung besorgen kann, wenn ihm diejenige Stellung gegeben wird, die er in den bezeichneten Figuren hat. Dieser Vortheil ist von großer Wichtigkeit in so ferne, als man bei einer solchen Procedur keine großen und gewichtigen Theile der Maschine auseinander zu nehmen braucht. Um die Platte c vom Kolben leicht abnehmen zu können, bohrt man einige Löcher in dieselbe und schneidet Gewinde hinein. In diese Löcher werden dann Schrauben mit längern Stielen geschroben, die man mit passenden Handgriffen versieht.

4) Schwingrahmen für den Cylinder.

Der Cylinder meiner Maschinen hängt nicht, wie an den gewöhnlichen Maschinen mit schwingenden Cylindern, in Zapfen, die an ihn angegossen sind, und durch welche die Dämpfe zu ihm hin- und zurückströmen, sondern in einem eigenen Rahmen, und schwingt auf dessen Zapfen. Die Organe, welche den Dampf zum Cylinder und von ihm zurückleiten, gehen und kommen innerhalb des Rahmen zu demselben und von demselben, und da der Rahmen in der Gegend der Zapfen mit denselben gar nicht in Berührung kommt, auch die Aufhängepunkte des Cylinders im Rahmen in weiterer Entfernung von den Zapfen liegen, so gehen diese Zapfen immer kalt, nehmen wenigstens keine Temperatur an, die irgend einen schädlichen Einfluß auf ihre Reibung haben kann, d. h. sie nehmen bei lange anhaltendem Gange der Maschine höchstens eine Wärme von 25 bis 30 Grad Reaumur an. Früher habe ich über die großen Vortheile dieser Einrichtung zur Genüge gesprochen, weshalb ich jetzt davon schweige. Wie heilsam sie für die Erhaltung der Zapfen und ihrer Lager sei, und in wie hohem Grade ihre Vortheile sich vor den gewöhnlichen Einrichtungen herausgestellt haben, ist ebenfalls von mir dort erwähnt worden.

Der Schwingrahmen ist von Gußeisen und länglicht viereckig, mit rundlich eingezogenen Ecken. Man sieht ihn auf Tab. IV. in Fig. 14 von oben und in Fig. 15 von der Seite vorgestellt. Die 3te und 4te Fig. auf der IIIten Tafel enthalten einen perpendiculären Längs- und Querdurchschnitt desselben.

Digitized by Google

Man kann nach diesen Figuren seine Form und seine Größenverhältnisse genau beurtheilen und schätzen. Der Dampfcylinder ist mit seinen seitlichen starken Lappen von unten gegen den Rahmen geschroben, und in denselben etwas eingelassen. Damit dadurch, und durch die Löcher der Anziehschrauben für die Cylinderlappen an dem Rahmen, dieser nicht zu sehr geschwächt werde, ist er an dieser Stelle nach beiden Außenseiten hin, wie bei c angedeutet ist, etwas stärker gegossen. Da, wo die Zapfen vorne und hinten vom Rahmen ausgehen, kann ihm oben und unten, wie man in den Figuren bei bb sieht, etwas mehr Stärke zugelegt werden.

Wollte man den Schwingrahmen vermeiden, etwa weil es an Raum dazu fehlt, oder weil sonstige Umstände vorhanden sind, die die Durchführung der Dämpfe durch solche Schwingezapfen, welche an die Cylinder angegossen sind, anempfehlen, so wird man wohl thun, diese nicht in metallenen, sondern in Buchsen von hartem Holze, etwa von Pockholz, Jacaranda- oder Eisenholz, oder, in Ermanglung dieser, in gutem, von warmem Leinöl durchzogenen Weißbuchenholze sich drehen zu lassen, wobei ich jedoch noch bemerken muß, daß die Reibungsflächen in den hölzernen Buchsen vor Hirn angebracht, und die hölzernen Lager von gehöriger Größe und von eisernen Lagerstühlen eingefaßt, und mit Stellschrauben versehen sein müssen, damit sie nicht unter der vereinten Wirkung der Hitze und eines starken Druckes aufspalten. Bei 2 Maschinen, die ich nach solcher Weise gebaut habe, sind die Buchsen seitwärts und vorne und hinten noch durch geschmiedet eiserne Platten eingefaßt und vor jeder seitlichen Bewegung durch Stellschrauben geschützt, die, selbst wenn die Buchsen durch die Hitze schwinden sollten, ihre Stellung in den Lagerstühlen gegen jede Ausweichung sichern. Zwischen Holz und Metall wird die Reibung in größerer Hitze eher geringer als größer, vorzüglich wenn Talg als Schmiere angewandt wird.

5) Steurung.

Ich komme nun zu dem schwierigsten Gegenstande in der Beschreibung meiner Maschine, und will darin so ausführlich und verständlich als möglich zu sein mich bemühen.

Digitized by Google

Die ganze Steurung meiner Maschine liegt auf dem oberen Cylinderdeckel. Man sieht sie in Vereinigung mit dem Cylinderdeckel in Tab. IV. Fig. 16 und 17 von außen, und zwar in Fig. 16 von vorne, in Fig. 17 von der Seite, in Fig. 18 im perpendiculären Quer- und in Fig. 19 im perpendiculären Längsdurchschnitte durch die Mitte derselben vorgestellt. Sie bildet dort mit ihrer ziemlich bedeutenden Masse von Metall eine Art Gegengewicht gegen den Cylinder und die Kolbenstange, welcher Umstand sehr zum Vortheile der Schwingungen des Cylinders gereicht. Oberer Deckel des Cylinders und die Steurungsbüchsen sind in allen Fällen von Gußeisen. Um sich das Ganze recht deutlich vor Augen zu stellen, habe ich so viele Ansichten als möglich davon gegeben, und sogar die speciellen Abbildungen der wichtigsten Theile derselben geliefert.

Der Deckel ist wie gewöhnlich, und greift mit einem Vorsprunge von $\frac{1}{4}$ Zoll in die obere Mündung des Cylinders ein. Der Vorsprung ist, wie ich schon oben bemerkt habe, conisch gearbeitet, so daß er genau in die ausgesenkte Mündung paßt. Auf dem Deckel, der durch 6 oder 8 Schrauben (nach Beschaffenheit seines Umfanges) an den Cylinder angeschroben werden muß, stehen die länglich viereckigen Steurungs- oder Schieberbüchsen (Fig. 16, 17, 18 und 19, a und b), und zwar eine über der andern, auf einem Aufsatze c des Deckels d von derselben Form und Größe. Da bei allen Abbildungen die Maaße genau beigefügt sind, so will ich derselben nur da erwähnen, wo es auf große Genauigkeit der Angaben ankommt. Der Aufsatz c enthält bei e diejenige obere Fläche, worauf die Mündungen der über und unter den Kolben führenden Dampfcanäle f und g, und in der Mitte die Oeffnung h für die in's Exhaustionsrohr abziehenden Dämpfe sich befinden. In Fig. 20 habe ich eine obere Ansicht der untern Büchse im geöffneten Zustande geliefert. Man sieht auf dem Grunde derselben die eben genannte Fläche mit den 3 Oeffnungen und ihre Form und Größe. Sie tritt, wie in Fig. 18 und 19 bei ii deutlich zu sehen ist, vor derjenigen Fläche, auf welcher die Schieberflächen aufsitzen, ohngefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll vor, und muß recht

Digitized by Google

rein von Guß und von etwas hartem Gusse sein. Zu diesem Ende muß man den Deckel mit diesem Aufsatze von stark halbirtem Eisen nehmen, oder die obere Platte mit den Oeffnungen besonders von härterm Gußeisen gießen und aufschrauben. Sie wird dann dichter und reiner, und bekommt eine sehr feine Oberfläche. Die Maaße der verschiedenen Dimensionen dieser Fläche ergiebt der beigefügte Maaßstab. Sie ist so gestellt, daß sie mit den beiden langen Seiten nach vorne, mit den kurzen aber nach beiden Seiten sieht. Die auf derselben angebrachten Oeffnungen sind alle länglich viereckig und von gleicher Größe, d. h. von 3 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Breite. Die Zwischenräume zwischen denselben müssen, was durchaus nöthig ist, beinahe $\frac{1}{8}$ Zoll breiter als die Oeffnungen sein. Dieser Umstand ist sehr wichtig, wird aber sehr häufig vernachlässigt, woher es denn kommt, daß eine Oeffnung schon frei wird, bevor die andere noch geschlossen ist, und daß auf diese Weise die Dämpfe in kurzen Zeitmomenten mit vollem Drucke frei durch die Maschine blasen, d. h. von den Dampföffnungen sogleich in die Exhaustionsöffnungen übergehen, ohne im Dampfcylinder gewirkt zu haben. Die Oeffnungen stehen mit ihren kurzen Seiten $\frac{1}{2}$ Zoll vom äußern Seitenrande der Fläche ab. Die Fortsetzung derselben oder die Canäle, in welche sie übergehen, nehmen in dem Aufsatze verschiedene Richtungen. Die Oeffnung f geht in einen Canal über, der fast senkrecht den Aufsatz durchbohrt und die Dämpfe in den Cylinder, und zwar über den Kolben führt. Die Oeffnung g ist der Anfang eines andern Canals, der sich zuerst in einem Bogen nach rechts und dann unterwärts krümmt, und endlich unten im Kranze des Deckels genau auf die Mündung des Canals trifft, der die Dämpfe zur Seite des Cylinders herab unter den Kolben führt. Wird der Deckel an den Cylinder angeschroben, so werden beide Mündungen durch eine Bleidichtung auf einander gedichtet. Diese Bleidichtung kann mit dem Bleiringe, der den Deckel an den Cylinder andichtet, aus einem Stücke geschnitten sein. Sie erhält auf diese Weise mehr Haltung. Um sie vor seitlichem Ausweichen zu schützen, ist es gut, einige vertiefte Linien so-

Digitized by Google

wohl um die obere Oeffnung des Cylinders, als um die Canalmündungen herum einzuhauen oder einzudrehen. Das Blei setzt sich in diese Vertiefungen hinein, und wird dadurch in seiner Lage erhalten. Noch besser erreicht man jedoch seinen Zweck, wenn man die oben schon angegebene Einrichtung trifft, dem Cylinderdeckel rund um die Cylinderöffnung und die Canalmündung herum einen erhabenen Rand zu geben, der in eine um dieselben Theile herum angebrachte Vertiefung des Cylinderkranzes eingreift und in diese den Bleiring hineinlegt. Beide von den Oeffnungen (Fig. 20, f und g) über und unter den Kolben führenden Canäle (Fig. 18, f und g) müssen mit den Oeffnungen denselben Querschnitt haben.

Die dritte Oeffnung (Fig. 20, h) der obern Fläche des Aufsatzes erweitert sich zu beiden Seiten, und geht bogenförmig in einen cylindrischen Abzugscanal (Fig. 18 und 19, k) für die Dämpfe über, der horizontal liegt, nach hinten läuft und sich dort nach außen in einen seitlichen starken Vorsprung des Deckels mündet. In Fig. 18 sieht man diesen Abzugscanal im Quer-, in Fig. 19 im Längsdurchschnitte. Er läuft bei h mit dem von der Oeffnung kommenden und sich erweiternden Canale in einer runden sanften Krümmung zusammen, die den Querschnitt der Oeffnung und des beginnenden Canals allmählig bis zu dem des Canals k erweitert. Diese Krümmung entfernt jede scharfe Winkelbiegung aus dem Canale, die die ausblasenden Dämpfe in ihrem raschen Fortgange stören würde. Die äußere Mündung des Canals k ist conisch versenkt, und nimmt in ihre Versenkung den conischen Zapfen l des Exhaustionsrohres m auf, der von Rothguß ist, und mit einer Liederung versehen wird. Diese Liederung besteht aus dünnern Hanfflechten, welche fest in eine Vertiefung des conischen Zapfens hineingewunden werden. Der conische Zapfen muß da, wo die Liederung um denselben gewunden wird, etwas rauh gearbeitet werden, damit die Liederung sich darauf nicht drehe. Auch muß er gehörig tief in den Abzugscanal hineindringen, theils um so sicherer und besser gehalten und geleitet in demselben sich drehen, theils um eine längere, gehörige Dichtung gewährende

Digitized by Google

Liederung aufnehmen zu können. Dem durch den coniſchen Zapfen führenden Canale iſt der Durchſchnitt des Abzugscanals zu geben. Es darf deshalb die Verſenkung in dem Vorſprunge nicht von zu kleinem Durchmeſſer ſein, damit ſowohl der Zapfen als ſeine Liederung noch eine gehörige Ausdehnung erhalten. Die Achſe des Abzugscanals und die des coniſchen Zapfens muß genau in der Schwingungsachſe des Schwingrahmen liegen, damit der Zapfen während der Schwingungen des Rahmen und des Cylinders um ihn keine excentriſche Bewegung mache. Das an den Zapfen durch Zinnlöthung befeſtigte Exhauſtionsrohr (Fig. 19, m) krümmt ſich ſogleich nach unten und erweitert ſich in der Krümmung allmählig (bei der hier abgebildeten Maſchine bis auf 3½ bis 4 Zoll im Lichten). Das Herauswerfen des Zapfens durch die abſtrömenden Dämpfe verhütet eine ovale Scheibe von Gußeiſen, die gegen einen Anſatz deſſelben reibt, und durch 2 Oehrſchrauben auf jeder Seite an den Vorſprung angezogen wird. Dieſe Oehrſchrauben ſind da, wo ſie neben dem Vorſprunge fortlaufen, mit viereckigen Stielen verſehen, die in den Vorſprung ſo weit eingelaſſen werden, daß jede Bewegung derſelben aufgehoben wird. Dies iſt nöthig, damit die ovale Scheibe durch die Oehrſchrauben gehörig fixirt werde. Auf Tab. IV. Fig. 17 ſieht man bei n den, den coniſchen Zapfen des Exhauſtionsrohres aufnehmenden Vorſprung des Aufſatzes c, o iſt die ovale Scheibe, p eine der Oehrſchrauben. Die Form der ovalen Scheibe ſieht man bei q Fig. 16. Wie dieſelbe gegen einen Anſatz des Zapfens l reibt, um ihn während ſeiner Bewegung in dem Vorſprunge des Deckelaufſatzes vor dem Herauswerfen durch die Dämpfe zu ſchützen, iſt ſehr deutlich in Fig. 19 bei o vorgeſtellt.

Die den coniſchen Zapfen dichtende Liederung braucht nicht ſehr zuſammengeſchroben zu werden, indem nur Dampf von ſehr geringer Spannung, der nämlich aus der Maſchine ausblaſende, und ſich bis zum Drucke einer Atmoſphäre ausgedehnt habende, durch dieſelbe abgeſperrt werden ſoll. Da man die Liederung des Exhauſtionsrohrzapfens ſchon vor dem Aufſetzen des Cylinderdeckels und der Steurung beſorgen und voll-

Digitized by Google

ständig beschicken kann, so hat sie nicht die mindesten Schwierigkeiten. Der nach unten gekrümmte und sich erweiternde Theil des Exhaustionsrohres muß jedoch, wenn solches möglich gemacht werden soll, gleich unter seiner größten Erweiterung mit einem Schraubenkranze versehen sein, um ihn, nach Aufsetzung des Deckels und der Steurung, an die hinten in der Maschine herabgehende Fortsetzung des Exhaustionsrohres, die immer in ihrer Stellung bleibt, anschrauben zu können. Auch ist dahin zu sehen, daß der obere sich erweiternde Theil des Exhaustionsrohres mit seinem Kranze nur so weit nach hinten vortrete, daß das Rohr beim Aufsetzen des Deckels mit der Steurung ungehindert durch den Schwingungsrahmen treten könne. Auf Tab. III. Fig. 4 sieht man diese ganze Einrichtung des Exhaustionsrohres deutlich vorgestellt. 4 ist der conische Zapfen desselben, 5 der abwärts sich krümmende und erweiternde Theil desselben, 6 der Schraubenkranz, der diesen seinen Theil mit seiner Fortsetzung, dem die Dämpfe abwärts führenden Rohre 7, verbindet.

Soll später während der Arbeit der Maschine einmal der conische Zapfen mit neuer Liederung versehen werden, so braucht man ihn, nach Lösung der Oehrschrauben und der ihn in seiner Stellung festhaltenden ovalen Platte, nur so weit zurückzuziehen, bis die Liederung zum Vorscheine kommt, wo man dann bequem zu ihr kommen, die alte entfernen und mit einer neuen vertauschen kann, ohne den Cylinder und seinen Deckel vom Schwingrahmen zu lösen. Um den conischen Zapfen aber so weit zurückziehen zu können, muß das kurze mit dem Zapfen verbundene Ende des Exhaustionsrohres von seiner Verbindung mit dem absteigenden größern Theile desselben dadurch befreit werden, daß man die zwischen beiden bestehende Schraubenverbindung löset. Daß übrigens zwischen dem Cylinderdeckel und dem Schwingrahmen, Zwecks der Zurückziehung des conischen Zapfens mit seinem Röhrenstücke, gehörig Raum vorhanden sein müsse, brauche ich wohl nicht erst näher zu erörtern.

Das Rohr 7 (Fig. 4. Tab. III.), als Fortsetzung des Exhaustionsrohres, bringt die aus der Maschine abziehenden Dämpfe

Digitized by Google

innerhalb des Geſtelles der Maſchine unter die Sohle deſſelben hinab. Da es in dem Laufe dahin auf die Schwungradwelle trifft, ſo theilt es ſich über derſelben in 2 Arme, die zuſammen zu einem Halbkreiſe ſich ſeitwärts ausdehnen, und in 2 perpendiculäre Röhrenenden übergehen, welche in ein größeres und weiteres horizontal liegendes Rohr einmünden, das die Dämpfe unterhalb der Sohle der Maſchine und des Fußbodens des Maſchinenlokals nach außen in's Freie führt. Man ſieht dieſen Verlauf des Rohres ſehr deutlich in Fig. 3. Tab. III. abgebildet. Bei 8 8 iſt die Theilung des Rohres 7 in 2 Arme vorgeſtellt, die zuſammen den berührten Halbkreis bilden, und bei 9 und 10 an die kurzen Röhrenſtücke 11 und 12 angeſchroben ſind, die in das weitere Rohr 13 münden, welches die Dämpfe in's Freie führt. Bei 14 iſt an dieſem Rohre nach unten eine Art Bulbus angebracht, von dem eine Röhre 15 ausgeht, die das in dem Bulbus ſich ſammelnde, aus der Maſchine kommende, aus verdichteten Dämpfen entſtandene und mit Schmiere vermiſchte, ſeifenartige, milchfarbene Waſſer aus dem Rohre 13 abführt.

Ich kehre nun zur Schieberbüchſe zurück.

Ungefähr ſo weit von dem Rande der äußern Oeffnungen der Deckelauflagefläche, als der Zwiſchenraum zwiſchen 2 ſolcher Oeffnungen beträgt, iſt auf beiden Seiten ein kleiner Abſatz auf der Fläche angebracht, und in Fig. 18 und 20 bei r angedeutet. Dieſer Abſatz bewirkt theils, daß der Wechſelſchieber, der auf dem mittlern Theile der Fläche arbeitet, und bei ſeiner Hin- und Herbewegung etwas über dieſen Abſatz hinausgeht, beim endlichen unvermeidlichen Abſchleifen der Fläche, ihre ganze Reibungsfläche gleichmäßig abnutzet, und dort, wo ſeine Bewegungen aufhören, keinen Satz anſchleifet, theils aber verhindert er, daß Unreinigkeiten zwiſchen den Schieber und die Fläche kommen. Dieſe gelangen nämlich, über den Abſatz weggeſchoben, in die Vertiefung unter demſelben, und kommen hier außer dem Bereiche des Schiebers, werden alſo an den Abſatz ſo zu ſagen abgeſtrichen.

Auf der Fläche mit den 3 Oeffnungen bewegt ſich der

Digitized by Google

Wechselschieber, der aus Rothguß von einer Mischung von 7 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn angefertigt ist. Eine solche Mischung erzeugt wenig Reibung auf härterm Gußeisen, und unterliegt einer sehr unbedeutenden Abnutzung. Der Schieber hat diejenige Gestalt, die in Fig. 18 bei s und in Fig. 24, 25 und 26, die ihn besonders, und zwar Fig. 24 von unten, Fig. 25 von der Seite und von außen, und Fig. 26 im perpendiculären Durchschnitte vorstellt, angedeutet ist, und die Breite der ganzen Fläche des Aufsatzes. Seine Länge ist in allen Fällen gleich der Summe der Breite zweier der Oeffnungen der Fläche und dreier der Zwischenräume zwischen denselben. Er enthält auf seiner untern Fläche 2 Oeffnungen ganz genau von der Größe derer der Fläche des Aufsatzes, die innerhalb des Körpers des Schiebers durch einen halbkreisförmigen Canal [1]) mit einander verbunden sind. Der Zwischenraum, der auf diese Weise eine Art Brücke bildet, ist genau von der Breite der Zwischenräume zwischen den Oeffnungen auf der Fläche. Man läßt diese Brücke in neuerer Zeit vielfältig weg, und auch ich habe sie bei meinen letzten Maschinen nicht mehr angewandt.

Wird der Schieber hin und her geschoben, so verbinden seine 2 Oeffnungen immer 2 von den Oeffnungen auf der Fläche des Deckelaufsatzes mit einander, so daß bald die rechte, bald die linke Oeffnung dieser Fläche mit der mittlern h, als der Exhaustionsöffnung, communicirt, während die andere entgegengesetzte, von dem Schieber und seiner untern Fläche entblößt, in freie Verbindung mit dem Raume über der Fläche oder dem Schieber tritt. Ueber diesem Schieber ist nun die erste Steurungs- oder Schieberbüchse Fig. 16, 17, 18 und 19, a

1) In den Wechselschiebern der meisten englischen Maschinen und auch in denen der Locomotivenmaschinen ist dieser Canal eckig und nicht gerundet. Daß diese Einrichtung in Absicht auf eine schnelle und unbehinderte Strömung der Dämpfe durch denselben von großem Nachtheile sein müsse, leuchtet ein. Nach meiner Meinung kann man nicht genug bemüht sein, in den Dampfcanälen der Dampfmaschinensteurungen, so wie in der hier beschriebenen, jede scharfe Winkelströmung der Dämpfe möglichst zu verhüten.

Digitized by Google

so gestellt, daß sie mit ihren 4 Wänden sich genau an die Fläche des Deckelsatzes anschließt, und mit ihren breiten Rändern rund herum um den niedriger liegenden Theil des Aufsatzes möglichst dicht aufliegt. Die Ränder derselben haben eine solche Breite, daß, trotz der Oeffnungen für die Schrauben, doch noch nach innen eine ziemliche Fläche für die Aufnahme der Bleidichtung bleibt. Diese Dichtungsfläche ist, wie in der Zeichnung angedeutet worden, in der Art ausgefalzt, wie ich sie an den Cylinderdeckeln beschrieben habe. Es wird durch diese Einrichtung das Ausweichen der Bleidichtung zur Seite vollkommen verhütet. Die Wände der Büchse sind so hoch, daß der Schieber sich nicht allein ungehindert in der Büchse hin und her schieben kann, sondern daß auch noch ein namhafter Zwischenraum zwischen ihm und der Decke der Büchse bleibt, in welchem die Dämpfe ungehindert von einer Seite des Schiebers zur andern gelangen können. Die Decke und die aufstehenden Wände der Büchse werden aus Einem Stücke gegossen und inwendig möglichst geebnet. Dies ist vorzüglich bei der Decke nöthig, weil an derselben die Federn des Schiebers reiben.

Auf der rechten Seite der Schieberbüchse befindet sich in der Wand derselben die Stopfbüchse (Fig. 16 und 18, t) für die Bewegungsstange (u) des Schiebers. Sie ist mit angegossen, liegt horizontal und ist auf gewöhnliche Weise eingerichtet. Ich construire sie dann, wenn ich in der Liederung derselben einen Ring, der dem in der Stopfbüchse der Kolbenstange ähnlich ist, und zum Schmieren der Liederung für die Bewegungsstange dient, anzubringen beabsichtige, etwas länger, als sonst nöthig wäre, und setze auf dieselbe eine kleine Schmierbüchse, die durch eine Oeffnung in der Wand der Stopfbüchse mit dem Ringe in Verbindung steht, und das Fett in ihn hineinleitet. In den meisten Fällen kann man diese Künstelei aber auch füglich weglassen, und sich darauf beschränken, an den Stiel dann und wann etwas Talg zu halten, der daran schmilzt und bei der Bewegung desselben sich in die Stopfbüchse hineinzieht.

Die Schieber- oder Bewegungsstange ist an einen viereckigen eisernen Rahmen geschroben, der über den Schieber in

Digitized by Google

der Art faßt, wie man es in Fig. 22, die den Rahmen mit dem Schieber und der Bewegungsstange von oben, und in Fig. 23, die diese Theile von der Seite vorstellt, wahrnimmt. Dies giebt eine sehr sichere Verbindung der Schieberstange mit dem Schieber, wobei dennoch eine gewisse nothwendige Beweglichkeit zwischen beiden Theilen bleibt, die hinsichtlich des sichern Anschlusses des Schiebers an die Fläche des Deckelaufsatzes von wesentlichem Nutzen ist. Um diese Beweglichkeit zu erhalten, ist es jedoch nöthig, die äußeren Seitenflächen des Schiebers nach oben etwas unbedeutendes verjüngt zu laufen zu lassen, damit sie zwischen dem Rahmen einen geringen Spielraum gewinnen. Der Schieber kann sich dann an seinem obern Theile etwas bewegen, was zu eben genanntem Anschlusse nothwendig ist. Der Rahmen ist auf beiden Seiten, wie in Fig. 22 bei a. a zu sehen ist, von schwächerem Eisen gearbeitet, auf beiden Enden, bei b und c aber stärker, und zwar bei b der darauf nothwendigen Befestigung des Rückers d wegen, bei c theils auch aus diesem Grunde, theils um ein Gewinde von gehöriger Länge für die Schieberstange zu gewinnen.

Zur Bewegung der Schieberstange und der Schieber dient eine eigene Zusammensetzung von Vorrichtungen, die jedoch in ihrer Verbindung ein höchst einfaches Ganzes darstellen, das nur an 4 Punkten Reibung gewährt, und deshalb nur höchst geringe Mittel beim Baue, und wenige Pflege und Wartung beim Gange der Maschine erfordert. Es ist in Fig. 32, die eine obere Ansicht der Maschine, vorzugsweise des Schwingrahms, seiner Lager, des obern Deckels des Cylinders, der Schiebervorrichtung und der Bewegungsorgane derselben, nach Wegnahme des Gestelles für den Regulator, vorstellt, in seiner Zusammenwirkung abgebildet. Man sieht daselbst, daß die Schieberstange d außerhalb der Schieberbüchse mit einem Querhaupte e versehen ist. Sie tritt mit ihrem äußersten Ende, an welches auf mehrere Zolle ein Gewinde geschnitten ist, durch eine Oeffnung im Mittel dieses Querhauptes, und ist an demselben durch 2 Muttern befestigt, die von beiden Seiten gegen das Querhaupt geschroben werden. Diese Art, die Stange mit

Digitized by Google

dem Querhaupte zu verbinden, hat in so ferne große Vortheile, als man dabei im Stande ist, die Bewegung des Schiebers, in Absicht auf den von ihm zu durchlaufenden Weg, genau zu ajüstiren. Auch ist sie einfach und mit geringerer Mühe vollendet, als die gewöhnlichen Vorrichtungen mit Keilen. An beiden Enden des Querhauptes sind Zapfen angedreht, auf welche 2 Stangen ff gesteckt werden, die in ihrer Mitte bei g. g. mit den Stützen (Tab. III. Fig. 4, 3) durch ein starkes Charnier verbunden sind. Die Stützen sind aber in das gußeiserne Querstück, welches quer durch die Haube der Maschine gezogen ist, und den Regulator trägt, durch Schrauben befestigt, und sammt diesem Querstücke so stark gearbeitet, daß sie nicht nachgeben, und zittern können. In Fig. 33. Tab. IV. sieht man die Stützen mit dem Regulatorgestelle besonders, und zwar so deutlich vorgestellt, daß eine weitere Erklärung unnöthig erscheinen dürfte. Die auf der entgegengesetzten Seite der Stützen liegenden Enden der Stangen sind bei h. h. (Fig. 32 Tab. IV.) mit einem Paar gußeisernen Kugeln beschwert, die auf denselben festgeschroben werden. Diese Kugeln dienen als Gegengewicht für das Querhaupt und die Bewegungsstange des Schiebers, welche Theile balancirt werden müssen, damit die letztere nicht den unteren Theil ihrer Stopfbüchse mehr als den obern reibe und abnutze. Sowohl die Zapfen des Querhauptes, als der Stützen, müssen eingesetzt und glashart gemacht werden. Auch sind die Löcher der Stange, sowohl diejenigen, welche die Zapfen des Querhauptes, als diejenigen, welche die Charnierzapfen der Stützen aufnehmen, mit Stahl auszufüttern, und gleichfalls abzuhärten. Am besten thut man, wenn man beim Schmieden der Stange in die Stellen, wo die Löcher hinfallen, Stahl einschweißt, und sie dann bohrt und abhärtet. Daß die Stangen an den Stellen, wo die Löcher sich befinden, stärker als der übrige Theil derselben gearbeitet werden müssen, versteht sich von selbst. Sämmtliche Stellen, wo Zapfen sich in den Löchern der Stangen bewegen, müssen mit Schmierlöchern versehen sein.

Zu beiden Seiten des Wechselschiebers sind, um ihn auf der Platte gehörig angedrückt zu erhalten, Federn angeschro-

Digitized by Google

ben, die gegen die Decke der Büchse reiben. In Fig. 18. Tab. IV. sieht man bei v eine derselben von vorne, in Fig. 19 bei v. v beide von der Seite. Da wo die Federn gegen die Decke reiben, ist ein Stück Rothguß darauf festgenietet. Die Federn werden am besten von Messingblech gemacht, welches möglichst hart und dicht gehämmert ist. Stählerne verrosten nämlich sehr bald, verlieren auch in der Hitze mehr ihre Federkraft, als die messingenen.

Auf der ersten, für den Wechselschieber bestimmten Büchse, steht eine zweite für den Abschlußschieber. Man vergleiche hier wieder Fig. 16, 17, 18 und 19, Tab. IV, wo b. b. diese zweite Büchse vorstellen. Sie ist weniger tief als die vorhergehende, weil der Abschlußschieber nur eine geringe Höhe hat, sonst eben so eingerichtet. Als Fläche, worauf der Abschlußschieber reibt, dient die Deckplatte der untern Büchse. Sie springt eben so, wie die untere Fläche des Deckelaufsatzes in die Büchse hinein. Der breite Rand der obern Büchse greift daher etwas tiefer hinunter als die Fläche. Dies hat auch hier wie da den Nutzen, daß eine Verschiebung der Büchse auf der Fläche unmöglich gemacht wird, und daß, wenn die Platte einmal neu abgerichtet werden müßte, dann Metall genug dazu vorhanden ist, ohne die Ränder, worauf die obere Büchse angeschroben wird, anzugreifen.

Die Fläche, worauf der Abschlußschieber reibt, hat, etwas nach der linken Seite hin, genau an der in der Abbildung bezeichneten Stelle, eine länglich viereckige Oeffnung von der halben Breite der Oeffnungen der untern Fläche, und beinahe von der Länge dieser. Sie verbindet die obere Büchse mit der untern, und ist nach unten, nach der untern Büchse hin, etwas erweitert, wie die Zeichnung bei w (Fig. 18) andeutet. Der Abschlußschieber y, der ebenfalls von Rothguß ist, und die ganze Breite der Büchse hat, ist bei x, nahe an seinem linken Ende hin, mit einer gleichen Oeffnung versehen, die, wenn sie mit der der Fläche zusammentrifft, den Dämpfen den Durchgang von der obern in die untere Büchse verstattet. Mehr nach rechts bei z ist in den Abschlußschieber noch ein eiserner

Digitized by Google

Zapfen von $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke und $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite eingesetzt, und durch eine Mutter oben auf den Schieber gut angezogen und befestigt. Er ist sowohl auf der linken als rechten Seite verstahlt und glashart gemacht oder auch gut eingesetzt, und reicht durch einen Schlitz r der Decke der untern Büchse, und zwar $\frac{1}{2}$ Zoll tief, in jene hinein. Sein Zweck ist, die Bewegung des obern Abschlußschiebers zu vermitteln, wenn der untere Wechselschieber, oder vielmehr sein Rahmen, auf ihn einwirkt. In Fig. 21 sieht man die Decke der untern Büchse, auf welcher der Abschlußschieber spielt, besonders vorgestellt. Auf derselben bezeichnet a die Oeffnung w, und b den zuletzt berührten Schlitz für den Zapfen. Auf den Rahmen des Wechselschiebers ist das Stück 2, Fig. 18 aufgeschroben, das mit dem Zapfen z von gleicher Breite ist, und 2 Rücker, 2 und 4, enthält, deren gegen den Zapfen angreifende Flächen gleichfalls glashart sein müssen. Der Abschlußschieber ist so lang, daß er den, in der Deckplatte der unteren Büchse enthaltenen, und für den Zapfen z bestimmten, Schlitz während seiner Bewegung immer dampfdicht bedeckt hält. Zwischen dem Schlitz und der Oeffnung w muß der Zwischenraum wenigstens $\frac{1}{4}$ Zoll breiter als die Oeffnung selbst sein, damit, wenn die Oeffnung des Schiebers zwischen jene und den Schlitz tritt, auf keiner Seite, weder nach der Oeffnung, noch nach dem Schlitze hin, Dampf entweichen kann. Damit der Zapfen z nicht zu lang ausfalle, muß die Decke der untern Büchse nur von mäßiger Stärke sein. Der Abschlußschieber wird eben so, wie der Wechselschieber, durch 2 Federn von gleicher Construction auf seine Fläche nieder gehalten, und muß, wie jener, auf der seinigen völlig dampfdicht mit Bimstein und Oel aufgeschmirgelt werden.[1]) Die Federn für den Abschlußschieber stecken in ihrer Mitte eben so, wie bei dem Wechselschieber auf Stiften, die in den Körper beider Schieber eingeschroben sind. In die Büchse des Ab-

1) Man darf dazu keinen gewöhnlichen Schmirgel nehmen, weil derselbe sich in Messing festsetzt, und nicht leicht wieder herauszubringen ist, später aber bei der Arbeit des Schiebers auf seiner Fläche diese bald abnutzt.

Digitized by Google

schlußschiebers strömt der Dampf vom Kessel ein, und zwar durch ein Loch in der hintern Wand der Büchse, wovon weiterhin die Rede sein soll.

Um das Spiel der Steurung recht zu begreifen, vergleiche man Fig. 34, wo dasselbe in 8 verschiedenen Stellungen zur Kurbel der Maschine gezeichnet ist, die in allen 8 Nummern über der Steurung auf ihrem jedesmaligen Standpunkte abgebildet erscheint. Befindet sich der Dampfcylinder in der senkrechten Lage, und geht die Kurbel oben über den todten Punkt, wie in N. 1 der Figur, so hat der Wechselschieber eine solche Stellung angenommen, daß seine beiden Oeffnungen in der Mitte der Zwischenräume zwischen den Oeffnungen des Deckelaufsatzes stehn. In diesem Falle sind alle Oeffnungen der Platte geschlossen, oder es ist wenigstens, wenn die Brücke zwischen den Oeffnungen, wie in der Figur, fehlt, jede Communication zwischen der Büchse und den 3 Oeffnungen der Fläche, so wie dieser unter sich, gehemmt. Der Rücker 2 des Rahmen berührt dann den Zapfen z des Abschlußschiebers, um ihn eben in Bewegung zu setzen, und die Oeffnung x des Abschlußschiebers steht links von der seiner Fläche, jedoch so, daß nur eine kleine Bewegung nach rechts nöthig ist, um sie vor die der Fläche zu bringen. Der Dampf ist in dieser Stellung des Abschlußschiebers von der untern Büchse abgeschlossen. Dreht sich die Kurbel der Maschine nach rechts, und tritt allmählig in die Stellung N. 2, so neigt sich der Steurungsapparat auf dem Deckel des Cylinders mit diesem auf die linke Seite, und da die Schieberstange durch die Stangen f. f. Fig. 32, die mit den feststehenden Stützen in Verbindung sind, in ihrer Stellung gegen diese fixirt wird, so bleibt der Wechselschieber ebenfalls auf seiner Stelle, während die Fläche des Deckelaufsatzes, worauf er spielt, sich mit der ganzen Schieberbüchsenvorrichtung nach links unter ihm weg bewegt. Dabei stellen sich die Oeffnungen des Schiebers vor die Oeffnungen h und g der Fläche, die Oeffnung f der Fläche aber wird frei, und tritt in Verbindung mit dem innern Raume der Büchse. Die Dämpfe strömen nun durch f über den Kolben, während sie

Digitized by Google

von g durch die Höhlung des Wechselschiebers in die Exhaustionsöffnung gelangen, folglich unter dem Kolben abziehen. Während dieses geschehen ist, hat der Rücker 2 den Zapfen z und mit ihm den Abschlußschieber y allmählig so weit fortgeschoben, daß die Oeffnung x desselben vor die der Fläche, worauf er spielt, tritt, und den Dämpfen den Zutritt in die untere Büchse gestattet. Geht die Kurbel noch weiter in die Stellung N. 3, so rückt die Fläche des Deckelaufsatzes unter dem Wechselschieber noch mehr nach links, in die Stellung, die in dieser Figur bezeichnet ist, d. h. noch etwas weiter als nöthig ist, um die Oeffnungen des Schiebers mit denen der Fläche genau auf einander liegend zu machen. Während dieses Vorganges hat der Rücker 2 den Abschlußschieber mit seiner Oeffnung x über die der Fläche hinübergeschoben, aber schon vorher, bevor die Kurbel in die in der Figur bezeichnete Stellung trat, die der letztern abgeschlossen, worauf der Dampf nun nicht weiter in die untere Büchse, und durch f über den Kolben des Cylinders treten kann, so daß dieser den übrigen Theil seines Laufes durch die Expansion der bisher über ihn geströmten Dämpfe vollendet. Geht man der eben beschriebenen combinirten Bewegung der Schieber in allen kleinsten Momenten bis zu dem letzten Stande der Kurbel genau nach, so wird man finden, daß die Oeffnung x die Oeffnung der Fläche schon geraume Zeit vor dem letztern Stande der Kurbel schließt, und zwar in einem Momente sie ganz zu schließen beginnt, wo der Kolben ohngefähr $\frac{1}{3}$ seines Laufes vollendet hat.

Bewegt sich die Kurbel nun noch weiter fort bis zur Stellung in N. 4, so fängt der Cylinder an, die rückgängige Schwingung zu machen, der Wechselschieber beginnt den Rückweg, und tritt wieder in die Stellung N. 2 zurück. Mit ihm ist der Rücker 2 zurück gegangen, während der Zapfen z und mit ihm der Abschlußschieber in der Stellung N. 3 verblieben sind. Geht die Kurbel zum untern todten Punkte, also in die Stellung N. 5 über, so tritt der Wechselschieber in die Stellung N. 1 zurück, und der Rücker 4 ist an den Zapfen bis zu seiner Berührung herangetreten. Mit dem Beginnen

Digitized by Google

der weitern Bewegung der Kurbel tritt der Wechselschieber allmählig links mit seinen Oeffnungen vor f und h der Fläche des Deckelaufsatzes, während die Oeffnung g der Fläche frei wird, und mit dem innern Raume der Büchse in Verbindung tritt. Dadurch wird der Cylinderraum über dem Kolben, der beim vorigen Hube mit Dampf gefüllt war, mit dem Exhaustionsrohre in Verbindung gesetzt, und den Dämpfen aus der Büchse der Zugang durch g zum Raume unter dem Kolben gestattet. Während dieser Zeit hat der Rücker 4 den Abschlußschieber wieder so weit zurückgeschoben, daß seine Oeffnung von neuem vor die der Fläche, worauf er spielt, getreten ist. Von nun an gehn die Kurbel und der Wechselschieber immer weiter bis in die Stellung N. 7, während der Abschlußschieber so weit gekommen ist, daß er die Oeffnung in der Fläche wieder geschlossen hat. Der Cylinder beginnt in diesem Augenblicke die rückgängige Schwingung. Während die Kurbel und der Wechselschieber darauf nach und nach in die Stellung N. 8 übergehn, in welcher der Wechselschieber die Oeffnungen f und h der Fläche des Deckelaufsatzes allmählig zu schließen beginnt, geht der Rücker 4 gleichfalls wieder rückwärts, und der Abschlußschieber bleibt so lange stehn, bis in der Stellung N. 1 der Rücker 2 an ihn herantritt, und beim Stande der Kurbel im todten Punkte ihn rechts zu schieben beginnt. Es durchlaufen nun die verschiedenen Organe der Steurungs- oder Schieberbüchsen von neuem den ganzen eben beschriebenen Kreis. Damit die Rücker 2 und 4 des Abschlußschiebers immer genau bei den Ständen der Kurbel in den todten Punkten zu rücken beginnen, muß ihre Entfernung von einander, mit Rücksicht auf die Länge des Zuges der Schieberstange, und auf die Stärke des Zapfens z, wohl berechnet werden, was jedoch gar keine Schwierigkeiten hat, wenn man die Sache ruhig überdenkt, und alle Bewegungen und ihre Richtung und Größe richtig auffaßt.

Sollte es jemand aufgefallen sein, daß ich den Wechselschieber sowohl links als rechts weiter sich bewegen lasse, als nöthig ist, um seine Oeffnungen genau vor die der Fläche des

Digitized by Google

Deckelaufſatzes zu bringen, ſo gelte Folgendes als Erklärung. Um das Abſtrömen der Dämpfe aus dem Cylinder möglichſt ſchnell erfolgen zu laſſen, kann man nicht genug darauf bedacht ſein, den Abzugsöffnungen recht große Dimenſionen zu geben, und ihr Freiwerden recht ſchnell zu bewerkſtelligen. Da indeſſen die Schieberſtange den Schieber nur mit einer gewiſſen Trägheit bewegt, ſo würden die Oeffnungen längere Zeit bis zu ihrer völligen Freiwerdung gebrauchen, wenn der Schieber nur zwiſchen den gewöhnlichen Grenzen, d. h. von einem Paar Oeffnungen der Fläche zum andern operirte. Laſſe ich ihn jedoch in der nämlichen Zeit einen weitern Weg durchwandern, ſo muß ſeine Geſchwindigkeit vermehrt werden, er alſo auch in dem Augenblicke, wo er die Oeffnungen gegenſeitig ſchließt und frei macht, dies Geſchäft in kürzerer Zeit beendigen. Zugleich hat der längere Hin- und Hergang des Schiebers den Vortheil, daß der Abſchlußſchieber ebenfalls einen längern Weg durchlaufen kann, und daß deshalb eine Vergrößerung ſeiner Oeffnung x möglich wird. Daß am Ende der, die gewöhnlichen Grenzen überſchreitenden, Beweguug des Schiebers die Abzugöffnungen wieder auf einen gewiſſen Grad verkleinert werden, hat durchaus keinen Nachtheil, indem ſie in dieſer Verkleinerung noch vollkommen genügen, dem, nach Abſtrömung der hochgeſpannten Dämpfe aus dem Cylinder in dieſem zurückbleibenden, Dampfe von atmoſphäriſcher Preſſung freien und ungehinderten Abzug zu verſchaffen, ohne einen ſchädlichen Gegendruck auf den Kolben zu veranlaſſen. Uebrigens muß ich hier noch bemerken, daß dieſe Verkleinerung der Oeffnungen nicht füglich weiter, als bis auf $\frac{1}{3}$ derſelben getrieben werden darf.

Um dem Wechſelſchieber grade die erforderlichen Dimenſionen des Zuges oder Hubes zu geben, iſt es nöthig, daß man die Größe der Schwingungen des Cylinders nach Graden genau kenne. Ein Aufreißen der Maſchine und aller ihrer Verhältniſſe auf's Papier genügt vollkommen, um mit Zuhülfenahme eines genauen verjüngten Maaßſtabes das gehörige Licht darüber zu erhalten. Kennt man die Größe des Schwingungsbogens des Cylinders, und hat man die Dimen-

Digitized by Google

sionen des nöthigen Hubes für die Steurung gleichfalls genau bestimmt, so ist weiter nichts zu thun, als die Entfernung zu ermitteln, in welche die durch die Schieberbüchse verlängerte Achse der Bewegungsstange der Schieber von dem Schwingungsmittelpunkte des Cylinders gelegt werden muß. Ein Versuch mit dem Cirkel wird hier bald entscheidend werden, ohne daß es großer trigonometrischer Berechnungen bedarf.

An 2 meiner Dampfmaschinen habe ich den Abschlußschieber durch eine eigene Stange in Bewegung gesetzt, die mit einem Haken in denselben eingreift, und die Seitenwand der oberen Büchse durchdringt. Hier wird ihr Gang durch eine besondere Stopfbüchse dicht erhalten, die über der untern zur Wechselschieberbewegungsstange gehörigen liegt. Man sieht diese Vorrichtung in Fig. 35 (Tab. IV.) von außen und in der Seitenansicht, und in Fig. 36 im perpendiculären Längsdurchschnitte vorgestellt. a ist hier die untere Schieberbüchse, b der Wechselschieber, c seine Bewegungsstange, deren Bewegung durch die Stopfbüchse d dampfdicht erhalten wird. e ist der Abschlußschieber, f seine Bewegungsstange, g der Haken, mit dem sie in den Schieber eingreift, um ihn während ihrer Bewegung mit sich gehörig fest, aber doch in solcher Weise zu verbinden, daß der Schieber in seiner freien Auflage auf seiner Reibungsfläche nicht behindert wird. h ist die Stopfbüchse der Bewegungsstange f.

Das stoßweise Rücken des Abschlußschiebers durch den Wechselschieber geschieht hier außerhalb der Steurungsbüchse. Das Querhaupt der Bewegungsstange des letztern ist nämlich auf seiner obern Fläche bei i mit einem Rücker versehen, der aufwärts geht, und hier auf die Bewegungsstange des Abschlußschiebers trifft. Er umfaßt solche mit einer Oeffnung, jedoch in solcher Weise, daß die Stange in dieser sich frei hin und her bewegen kann. Die Bewegungsstange des Abschlußschiebers enthält nun 2 Hülsen k und l, die durch Keile auf derselben befestigt sind, und in solcher Entfernung von einander stehen, daß der Rücker sie ganz in denselben Zeitmomenten trifft, und durch sie die Stange ganz in derselben Weise und in denselben Dimensionen mit ihrem Abschlußschieber rückt, als

Digitized by Google

es bei der vorhin beschriebenen Construction innerhalb der untern Büchse durch die Rücker 2 und 4 (Fig. 18), und durch den am Abschlußschieber befindlichen Zapfen z geschahe.

In Fig. 37, 38 und 39 habe ich die bei der Schieberbewegung durch den schwingenden Cylinder Statt habenden verschiedenen Bewegungen der Schieberbewegungsstange d, des Querhauptes e, und der Stangen f (Fig. 32, 37, 38 und 39 Tab. IV.), im Verhältnisse zu den festen Punkten der Stützen g ꝛc., und zwar sowohl in der mittleren, als den beiden äußersten Stellungen, zu versinnlichen gesucht. Eine genaue Ansicht derselben wird genügen, in diese combinirten Bewegungen gehöriges Licht zu bringen, vorzüglich wenn man die punktirten Linien mit zu Hülfe nimmt, und es an einer lebhaften Einbildungskraft nicht fehlt. Wie leicht erklärlich, fällt und steigt der Punkt e, der als die Mitte des Querhauptes der Schieberbewegungsstange bezeichnend betrachtet werden kann, bedeutend. Dies hat aber durchaus keinen nachtheiligen Einfluß auf seine richtige Bewegung und ihre regelmäßige Größe, da die Stangen f ihn mit einem Punkte verbinden, der in seiner Lage gegen den Schwingungsmittelpunkt eben so constant bleibt, als er selbst, folglich auch die hier Statt findende Größe der Schwingungen genau auf die Bewegungsstange der Schieber übertragen muß.

Was die Größe der Oeffnungen in der Fläche des Deckelauffatzes und den Durchschnitt der Canäle in diesem Deckelauffatze und zur Seite des Cylinders betrifft, so stelle ich dafür folgende Regeln auf, die aus der Erfahrung hergeleitet sind, und deren Befolgung stets günstige Resultate liefern wird. Man gebe den Oeffnungen rund gedacht, den 5ten Theil des Cylinderdurchmessers. Die Anzahl der Quadratzolle, die ein Durchschnitt einer solchen kreisförmigen Oeffnung enthält, bringe man genau in das längligte Viereck, welches die wirkliche Form der Oeffnungen in der Maschine bezeichnet. Bei den Oeffnungen der Fläche, worauf der Wechselschieber arbeitet, richte ich das Verhältniß ihrer Breite zu ihrer Länge wie 1 zu 4 ein. Die Oeffnung im Abschlußschieber und seiner

Digitized by Google

Fläche muß die halbe Breite derjenigen der untern Fläche, und die ganze Länge derselbenhaben. Dem über und unter den Kolben führenden, und dem zur Seite des Cylinders liegenden Canale, gebe ich die Durchschnittsfläche der Oeffnungen der untern Fläche.

Dem in dem Deckelaufsatze liegenden, die abströmenden Dämpfe fortleitenden cylindrischen Canale gebe ich ferner den vierten Theil des Cylinderdurchmessers, und dem größern Exhaustionsrohre die Hälfte desselben, dem zuleitenden Dampfrohre $\frac{1}{3}$, und den zuleitenden Canälen im Deckelaufsatze $\frac{1}{8}$ des Cylinderdurchmessers.

Es bleibt mir jetzt noch näher zu beschreiben übrig die Zuleitung des Dampfrohres zur Maschine, und seine bewegliche und dampfdichte Anfügung an den Cylinder, so wie die Dampf zuleitenden Canäle im Deckelaufsatze.

Ich führe, um durch Verlegung des Exhaustionsrohres nach hinten die durch seine Stellung vor dem Cylinder entstehende Deformität zu vermeiden, das Dampfrohr immer von hinten über die obere Haube der Maschine weg, wie in Fig. 4 Tab. III, 9 und Fig. 32, Tab. IV. bei i zu sehen ist. Dann lasse ich es nach vorne herabsteigen, und sich bei 10 und k, zwischen Rahmen und Deckelaufsatze des Cylinders, genau in die Schwingungsachse desselben heranbiegen. Es geht hier in einen horizontal liegenden Theil 11 und l über, der aus einem starken wohlabgedrehten, und mit Schlageloth zusammengelötheten Rohre von sehr starkem Messingbleche, oder auch aus einer aus Rothguß gegossenen Röhre besteht, die in die Stopfbüchse 12 und m eindringt, welche in einem gleichen Vorsprunge des Deckelaufsatzes, als wir für das Exhaustionsrohr auf der entgegengesetzten Seite desselben kennen gelernt haben, angebracht ist. Diese Stopfbüchse ist ganz wie eine gewöhnliche Stopfbüchse eingerichtet, auch wird hier der Stopfpfropfen durch 2 Oehrschrauben, die zur Seite des Deckelvorsprunges auf Zapfen stecken, und deren Stiele zur Behinderung jeder Beweglichkeit gleichfalls in die Seitenwände der Stopfbüchse eingelassen sind, in die Stopfbüchse zur Anpressung der

Digitized by Google

Liederung hineingeschroben. Das Rohr, von Messingblech zusammengelöthet, oder von Rothguß gegossen, muß, wie schon berührt ist, im Lichten $\frac{1}{6}$ des Cylinderdurchmessers haben, und hat einen aufgebogenen Theil mit einem Schraubenkranze, der, wie in den Figuren deutlich zu sehen ist, an einen gleichen des Dampfrohres angeschroben wird. Der horizontale Theil dieses Rohres muß außerhalb der Stopfbüchse, deren Größenverhältnisse aus der Abbildung deutlich werden, so lang sein, daß der Stopfpfropfen über demselben bis zu einer Entfernung aus der Stopfbüchse zurückgezogen werden kann, die erlaubt, die Stopfbüchse von der alten Liederung zu befreien, und eine neue hineinzulegen. Damit das Rohr aus der Stopfbüchse nicht herausgeworfen werden könne, ist es bei 13 Fig. 4 Tab. III. mit einem Ansatze versehen, der vorne hohl ist, und in den ein Stück Jacaranda oder Pockholz so eingesetzt ist, daß dessen vordere freie Fläche vor Hirn steht. Diese Fläche ist etwas abgerundet, und reibt gegen eine stählerne wohlgehärtete Platte, die an der innern Fläche des Rahmen angeschroben ist. Dadurch, daß Holz vor Hirn gegen harten Stahl reibt, wird die Abnutzung außerordentlich geringe, und selbst die Mittheilung der Hitze des Rohres an den Rahmen fast ganz verhütet. Ist das Holz abgerieben, ist es leicht durch ein neues Stück zu ersetzen. Zuweilen nehme ich auch statt der stählernen Platte einen Keil von gleichem Metalle, der in den Rahmen mit seiner verjüngten Fläche eingelassen ist. Er ist oben nach dem Rahmen hin in einen Winkel umgebogen, und enthält in dem Lappen eine senkrecht stehende Stellschraube, die gegen den Rahmen geschroben wird, und so das tiefere Hinabgleiten des Keiles verhütet. Auf diese Weise kann der Keil näher gegen das Rohr gedrängt werden, wenn man durch Zurückschrauben der Stellschraube ihm mehr abzusteigen erlaubt, durch Anschrauben der Stellschraube und gleichzeitiger Lüftung des Keiles kann man aber seine reibende Fläche vom Rohre mehr zurücktreten lassen.

Der durch das Rohr strömende Dampf geht, wenn er denjenigen Theil dieses Rohrs, der in der Stopfbüchse befind-

Digitized by Google

lich ist, durchlaufen hat, in den Canal 5 (Fig. 19. Tab. IV.) über, der in der Wand der Schieberbüchsen aufwärts läuft, und sich seitwärts in die obere Schieberbüchse, und zwar gleich unter der Decke derselben, mündet. Er ist da, wo die Schieberbüchsen an einander schließen, und auf dem Deckelaufsatze aufliegen, mit Blei gedichtet, das in Falzen liegt, die eine Fortsetzung derjenigen Falzen sind, die ich oben bei den Schieberbüchsen näher bezeichnet habe.

Um zwischen oberer und unterer Schieberbüchse eine Verbindung herstellen zu können, wenn die Maschine angelassen wird, habe ich folgenden Apparat angeordnet: Es ist in der Deckplatte der untern Schieberbüchse eine längliche Oeffnung, Fig. 18, 6, Fig. 21, c, Fig. 29, a, parallellaufend mit der für den Abschlußschieber bestimmten, angebracht, die jedoch nicht völlig so breit als jene ist, und durch einen kleinen Schieber 7 (Fig. 18) Fig. 29, b, bedeckt ist. Von diesem Schieber läuft eine kleine eiserne Bewegungsstange 8 und c links nach außen durch die Wand der Büchse, in welcher ihr Gang durch eine kleine Stopfbüchse, Fig. 18, 9, 29, d, dampfdicht gemacht ist. Sie greift mit einem Haken (Fig. 29, e), der sich, wie in der 30sten, eine obere Ansicht des Schiebers und seiner Stange darstellenden Figur zu sehen ist, zu beiden Seiten nach a und b in einer ziemlichen Breite über den Schieber c ausdehnt, in eine eben so lange, der Form des Hakens entsprechende Vertiefung des Schiebers ein. Zwischen der untern, quer in der Vertiefung liegenden Fläche des Hakens und der des Bodens der Vertiefung selbst ist ein kleiner Zwischenraum befindlich, in welchem eine Feder liegt, die den Schieber immer mit einem sanften Drucke von dem Haken ab gegen die Fläche, worauf er spielt, drängt. In Fig. 31 habe ich einen perpendiculären Querdurchschnitt des Hakens und des Schiebers geliefert, wo man den Zwischenraum zwischen beiden, und die in demselben liegende Feder deutlich vor Augen hat. Der Haken ist zu dem Zwecke zu beiden Seiten des Stiels so weit ausgedehnt, daß er den Schieber, der nur sehr schmal ist, immer parallel mit der von ihm zu deckenden Oeffnung hält, wenn er denselben

Digitized by Google

in Bewegung setzt. Um den Schieber durch seine Bewegungsstange in Bewegung zu setzen, ist auf dem Schwingerahmen der Maschine bei 14 (Fig. 3, Tab. III.) eine kleine Stütze mit Charnier angeschroben, in welcher sich ein Hebel 15 dreht, der nach unten reicht, und neben dem Cylinder so hängt, daß man ihn gut mit der Hand fassen, und in Thätigkeit setzen kann. Das obere Ende dieses Hebels ist beweglich mit der kleinen Bewegungsstange des Schiebers verbunden. Soll die Maschine in Thätigkeit gesetzt werden, so schiebt man das untere Ende des Hebels gegen den Cylinder hin, dadurch wird der Schieber nach links über die Oeffnung weggeschoben, und der Dampf kann in die untere Büchse eintreten. Ist die Maschine gehörig im Gange, so zieht man den Hebel wieder in die alte Stellung zurück, und schiebt dadurch den Schieber wieder über die Oeffnung. Damit der Schub nicht zu groß ausfalle, und der Schieber nicht in den Bereich des Abschlußschiebers komme, geht der Hebel bei 16 in einer kleinen Führung, die am Rahmen befestigt ist, und ihm nur erlaubt, innerhalb zweier bestimmten Grenzen sich zu bewegen.

Vielleicht daß mancher meiner Leser sich nicht gleich die Gründe angeben kann, warum ich eine Verbindung zwischen unterer und oberer Büchse beim Anlassen der Maschine für so nothwendig halte, daß ich deshalb einen eigenen Apparat anordne. Hier sind sie.

Wenn der Dampf bei Ingangsetzung der Maschine zum Cylinder gelassen wird, um den Kolben in Bewegung zu setzen, so kann er in solchen nur dann wirklich eintreten, wenn der Kolben sich grade in einer Stellung befindet, worin der Abschlußschieber den Dämpfen den Zutritt in die untere Ventilbüchse gestattet, in allen übrigen Stellungen, wo der Abschlußschieber die Verbindung zwischen oberer und unterer Büchse hemmt, nicht. Um nun, wenn die Maschine angelassen werden soll, den Kolben nicht immer erst in eine günstige Stellung bringen zu müssen, was bei größern Maschinen oft nur mit bedeutendem Kraftaufwande, durch Drehung des Schwungrades und seiner Welle und der Kurbel, geschehen kann, muß der

Digitized by Google

Dampf sogleich in die zweite Büchse geleitet werden können, und das geschieht, indem ich durch jenen eigenen, willkührlich in Thätigkeit zu setzenden, von den Bewegungen und Functionen der übrigen Steurungsapparate völlig unabhängigen, Schieber eine Verbindung zwischen beiden Ventilbüchsen bewirke. Zwar wird diese Vorrichtung in denjenigen Zeitmomenten, wo die Kurbel in beiden todten Punkten steht, ebenfalls ihre Wirkung in Absicht auf die freie ungehinderte Ingangsetzung der Maschine verfehlen. Diese Stellungen kann man aber so ziemlich beim Stillstehenlassen der Maschine vermeiden, wenn man mit dem Abschluß der Dämpfe dann auf eine wohlberechnete Weise verfährt.

Aber auch nach der wirklich schon erfolgten ersten Bewegung des Kolben und der ganzen Maschine, ist eine Verbindung zwischen beiden Schieberbüchsen noch fortwährend nöthig, um die Bewegung in den Momenten zu erhalten, wo, durch die Wirkung des Abschlußschiebers veranlaßt, in den Cylinder kein Dampf einströmt. Der Cylinder ist im ersten Momente des Einströmens der Dämpfe nämlich kalt, und verdichtet diejenige Portion Dämpfe, die während des ersten Drittels des Kolbenhubes eingeströmt ist. Dadurch verschwindet nicht allein die bewegende Kraft für jeden ganzen Hub so lange, bis der Cylinder vollständig erwärmt ist, vollkommen wieder, sondern es wird auch noch ein großes Hinderniß der Bewegung obenein erzeugt. Dieses Hinderniß bietet die Luftleere dar, die dort entsteht, wo die Dämpfe vorher wirkten und nun verdichtet werden, und gegen welche jetzt der ganze Druck der Atmosphäre (auf der entgegengesetzten Seite des Kolben, welche Seite durch die Exhaustionsöffnung mit der äußern Atmosphäre in Verbindung steht), wirkt. Strömt während des ganzen Hubes jedoch Dampf in den Cylinder, so kann diese Luftleere nicht entstehen, und die Wirkung der Dämpfe läßt nicht in dem Maaße nach, ja wird eher den gesetzlichen Effect auf den Kolben erreichen, in so ferne als sich die Cylinderwände bei fortwährendem Zuströmen der Dämpfe nun schneller erwärmen. Aus diesen Gründen ist es daher durchaus nöthig, die Ver-

Digitized by Google

bindung zwiſchen oberer und unterer Büchſe ſo lange zu erhalten, bis der Cylinder gehörig erwärmt iſt. An dem Gange der Maſchine, die nun mit ganzer Füllung des Cylinders arbeitet, und deshalb ſchnell zur höchſten Steigerung ihrer Kraft und Geſchwindigkeit gelangt, wird man bald den Zeitpunkt erkennen, wo man ohne Nachtheil die Verbindung wieder aufheben kann, vorzüglich wenn man zuerſt während einzelner Hübe eine Probe macht, ob die Maſchine beim Abſchluß der Verbindung ſchon mit gehöriger Kraft fortzuwirken im Stande ſei. Zugleich hat dieſe Vorrichtung auch noch den großen Vortheil, daß ſie erlaubt, mit Bequemlichkeit Verſuche über die Vortheile der expanſiven Anwendung der Dämpfe zu machen, und daß bei nöthigen augenblicklichen Steigerungen der Kraft dieſe durch den Umſtand leicht bewirkt werden kann, daß man die Maſchine temporär mit ganzer Füllung arbeiten läßt. Auch muß ich darauf aufmerkſam machen, daß durch mindern oder mehrern Abſchluß der Verbindung zwiſchen beiden Ventilbüchſen mannichfaltige Reſultate in Abſicht auf die Kraft und Leiſtungen der Maſchine erzielt werden können.

Als Droſſelklappe nehme ich eine ganz gewöhnliche, ſich um ihre Achſe drehende Klappe, wie man ſie allgemein bei Maſchinen mit niederm Drucke gebraucht. Solche Klappen ſind für Hochdruck zwar ſehr ſchwierig ganz dampfdicht einzurichten, indeſſen iſt ein ſo genauer dampfdichter Schluß derſelben auch nicht einmal nöthig, indem der Gouverneur ja nur den Dampfzufluß mäßigen, nicht ganz hemmen ſoll. Den Stiel der Klappe laſſe ich durch eine Stopfbüchſe gehn, und ihn auswendig mit einem kleinen Hebel verſehn, vermittelſt deſſen er durch den Gouverneur in Bewegung geſetzt wird. Dieſen Hebel verſehe ich gewöhnlich mit einem Schlitze, in welchem der Zapfen, woran der Gouverneur wirkt, verſtellbar eingeſetzt, d. h. mehr oder weniger der Achſe der Klappe genähert werden kann. Dadurch gewinnt man den Vortheil, daß man den Einwirkungen des Gouverneurs darauf verſchiedene Grade von Empfindlichkeit geben kann. Außer der Droſſelklappe bringe ich irgendwo an dem Dampfrohre, aber immer zwiſchen Droſſelklappe und Keſſel,

Digitized by Google

noch ein Abſchlußventil oder einen Hahn, jedoch möglichſt nahe an der Maſchine an, den man abſchließt, wenn die Maſchine Fett einſaugen oder ganz in Stillſtand verſetzt werden ſoll. Ich halte es nämlich, wie ich oben ſchon bemerkt habe, für ſehr zweckmäßig, dieſen Apparat von der Droſſelklappe gehörig zu trennen, um ſo unabhängiger und mit weniger Umſtänden, ſo wie mit Vermeidung jeder Störung der Verbindung des Gouverneurs mit der Klappe, die Maſchine ſchmieren, nach Belieben anhalten, oder langſamer und ſchneller arbeiten laſſen zu können. Wie der Hebel mit der Droſſelklappe in Verbindung geſetzt iſt, ſieht man auf Tab. III. Fig. 2 bei n und o. Die Stange n, die vom Hebel u zu dem Hebel der Droſſelklappe herabläuft, richte ich ſo ein, daß ſie durch eine Vorrichtung der Art, wie ſie in der Abbildung vorliegt, verlängert oder verkürzt werden kann. Es gewährt dieſe Einrichtung bekanntlich den großen Nutzen, daß man die Wirkung der Maſchine jeder Nutzlaſt, ſie mag klein oder groß ſein, genau anpaſſen kann. Soll die Maſchine unter dem Normaleffecte arbeiten, ſo braucht man nur die Stange zu verlängern, und die Droſſelklappe hält den Zufluß der Dämpfe zur Maſchine durch eine kleinere Oeffnung in dem Maaße in Zaum, daß er nicht allein für den vorliegenden geringern Zweck die Maſchine in regelrechter Thätigkeit erhält, ſondern unter dem Einfluſſe des Gouverneurs auch für dieſen geringen Effect allen Unregelmäßigkeiten in der Größe der Nutzlaſt regelmäßig begegnet.

Der Gouverneur meiner Maſchine iſt von durchaus gewöhnlicher Einrichtung, weshalb ich deſſelben nicht weiter erwähne, als daß ich ſeine Stellung oben auf der Maſchine aus dem Grunde gewählt habe, weil er dort theils beſſer in's Auge fällt, und mehr zum Ganzen der Maſchine paßt, theils in ſolcher Stellung den wenigſten Störungen ausgeſetzt iſt. Er wird am beſten durch einen Riemen, der über eine Rolle am Schwungrade geht, ſich oben am Geſtelle über 2 Leitrollen zieht, und ſich ſo um eine der Riemenrollen des Gouverneurs ſchlägt, in Bewegung geſetzt; die Riemenrollen des Regulators ſind von verſchiedenem Durchmeſſer und auf der Welle deſſelben verſtell-

Digitized by Google

bar, so daß jede derselben mit dem Riemen in Verbindung gesetzt werden kann.

6) Vorrichtung zur Uebertragung der Kolbenstangenbewegung auf die Kurbel.

Diese besteht in einem einzigen Verbindungsstücke zwischen Kolbenstange und der Warze der Kurbel. Dieses Verbindungsstück ist wie ein gewöhnliches Zapfenlager construirt, dessen Theile durch Schrauben aneinander gehalten und im Schlusse um die Warze vereinigt werden. Auf der obern Hälfte desselben befindet sich eine starke Hülse, in welche die Kolbenstange gesteckt und durch einen Keil befestigt wird. Das ganze Verbindungsstück mit seiner Hülse ist von Gußeisen mit eingesetzten Buchsen von Rothguß. Damit die beiden Hälften desselben beim Zusammenschrauben unter sich in solcher Entfernung von einander gehalten werden, daß die Warze der Kurbel sich frei dazwischen bewegen könne, ohne im mindesten zu schlottern, oder zu sehr eingeklemmt zu werden, sind Stücke von hartem Holze zwischen beide gelegt. Da man über diese die Theile des Verbindungsstückes fest zusammenziehen kann, so ist auch eine Lösung der Muttern der Schraubenbolzen nicht leicht zu befürchten.

Bei größern Maschinen mit größern Hüben und großen und schweren Cylindern wird es rathsam sein, der Kolbenstange einige Führung zu geben. In diesem Falle lasse ich die Seitenflächen des Verbindungsstückes grade, und leite sie zwischen 2 Führern von Jacaranda oder Pockholz, die ich an ein großes Führerstück von Guß- oder Schmiedeeisen anschraube, welches an den untern Cylinderdeckel oder noch besser am Cylinder befestigt herabsteigt. Seine Form wird aus Fig. 13. Tab. V., wo eine solche Führervorrichtung abgebildet ist, vollkommen deutlich. Hölzerne Führer sind in allen Fällen metallenen weit vorzuziehen. Sie nutzen sich nämlich lange nicht so leicht ab, als letztere, und sind, wenn sie sich endlich abschleifen, sehr leicht und mit geringen Kosten ersetzt, auch reicht die Kunst eines gewöhnlichen Tischlers aus, sie gehörig genau anzufertigen und anzupassen. Nicht genug kann ich hinsichtlich solcher Führer aber empfehlen, ihren Reibungsflächen die ganze Breite

Digitized by Google

der Seitenflächen des Verbindungsstückes zu geben, da ihre Abnutzung natürlich um so geringer ist, je ausgedehnter die auf einander reibenden Flächen sind. Damit das Verbindungsstück die Führer durch die Schärfe des obern und untern Randes seiner Seitenflächen nicht verletze, rundet man diese ein wenig ab.

Ein noch besseres Mittel, das seitliche, durch sein größeres Gewicht bedingte, Streben des Kolben größerer Maschinen gegen die Seitenwände des Cylinders bei den Schwingungen desselben zu mildern, oder gar ganz aufzuheben, dürfte die völlige Balancirung desselben durch ein Gegengewicht sein, welches man an einer kürzern Stange anbringt, die vom untern Theile des Verbindungsstückes zwischen Kurbel und Kurbelwarze nach unten hervorragt, und dessen Schwere man diesem Zwecke gemäß, in Rücksicht auf das Gewicht des Kolben, und auf die Entfernung des letztern und des Gegengewichtes von der Kurbelwarze, gehörig berechnet. Um die durch dieses Gewicht vergrößerte Schwere des Kolben und seiner Stange, von welchem die untere kürzere, unterhalb des Verbindungsstückes befindliche, Verlängerung als eine Fortsetzung nach der entgegengesetzten Richtung zu betrachten ist, für die regelmäßige Bewegung der Maschine unschädlich zu machen, wird ein zweckmäßiges Gegengewicht am Schwungrade genügen. Zwar ist diese Vorrichtung nicht geeignet, die Masse der bewegten Theile, mit Rücksicht auf ihren Nachtheil für die reciproke Bewegung des Kolben ꝛc., zu verringern, indessen erscheint der Nachtheil wegen des langsamern Wechselns der Hübe an größern Maschinen in einem mildern Lichte, und dürfte in diesem Falle weniger Berücksichtigung verdienen, zumal dann, wenn zugleich Führer angewandt werden. Bis jetzt hat sich mir zwar noch keine Gelegenheit dargeboten, Maschinen von größerm Caliber mit schwingenden Cylindern zu bauen, auf keinen Fall werde ich indessen anstehn, den Versuch unter den gehörigen Umständen zu machen, in der festen Ueberzeugung, daß er vollkommen gelingen wird, wenn dabei Muth, Vorsicht, Ueberlegung und Sachkenntniß nicht fehlen. Bedenkt man, wie sehr die dermaligen Schiffmaschinen oft auf stürmischer See hin und her schaukeln, wie bedeutend ihre Cy-

Digitized by Google

linder mit ihren ungeheuren und schweren Kolben durch diese Bewegung in Schwingungen versetzt werden, und wie von dieser Seite aus durchaus noch keine Klagen über die schädlichen Wirkungen dieser Schwingungen auf die Cylinder mit Recht erhoben werden konnten, so dürfen wir uns um so weniger denen anschließen, die aus jeder schaukelnden Bewegung größerer Cylinder und Kolben den unausbleiblichen Untergang beider prophezeihen wollen; zumal wenn wir bedenken, daß die Cylinder hochdrückender Maschinen einen viel geringern Durchmesser, und ihre Kolben ein geringeres Gewicht, als die der Watt'schen Maschinen von gleicher Wirkung haben, und ihre Schwingungen von zu geringer Ausdehnung sind, um dem Kolben eine bedeutende Neigung und ein schädliches Hinsinken auf die Seite zu gestatten.

Kurbel, Kurbelwelle und ihre Lager, so wie das Schwungrad, sind von gewöhnlicher Construction. Hinsichtlich der Formel von Murray[1]) für die Berechnung des nöthigen Ge-

1) Sie lautet, wenn P das zu findende Gewicht in Centnern (zu 100 Pfund gerechnet), N die Anzahl der Maschinenpferde, deren Kraft die Maschine repräsentirt, V die Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades (in Fußen auf 1 Secunde) ist, also:

$$P = \frac{2000 \times N}{V^2}$$

oder in Worten ausgedrückt: Man multiplicire die Zahl der Pferde, die die Maschine repräsentirt, mit 2000, und dividire das Produkt mit dem Quadrate der Umfangsgeschwindigkeit (in Fußen auf 1 Secunde), so findet sich das nöthige Gewicht in Centnern (zu 100 Pfund).

Im Aide mémoire de mécanique practique par A. Morin (Metz et Paris 1827), übersetzt vom Mathematiker Rühlmann, findet man eine andere Formel angegeben, die indessen nicht so bequem ist. Sie lautet:

$$P = \frac{4645 \cdot n \times N}{m \times V^2}$$

Hier bedeuten P und V das nämliche, wie vorher, m die Zahl der Umdrehungen der Schwungradwelle in der Minute, n eine Zahl, die sich mit dem Grade der Regelmäßigkeit in der Bewegung, den der verschiedene Zweck fordert, verändert, bei geringerm Bedürfnisse nach Regelmäßigkeit zu 20—25, bei mehr Bedürfniß darnach zu 35—40 und bei nöthigem Maximo von Gleichmäßigkeit in der Bewegung zu 50—60 angenommen wird.

Digitized by Google

wichtes der Schwungräder habe ich oben schon bemerkt, daß die nach derselben berechneten Schwungräder bei Maschinen für Zwecke, wo grade nicht eine sehr große Gleichmäßigkeit in der Bewegung gefordert wird, z. B. bei Mahl-, Sägemühlen und Pumpen ꝛc., zu schwer ausfallen, und daß man ihr Gewicht wenigstens um $\frac{1}{3}$, wo nicht um die Hälfte verringern kann. Bei einigen meiner Dampfmaschinen ist der letztere Abzug realisirt, und man kann nicht sagen, daß sie irgend eine Ungleichmäßigkeit bei ihrem Gange aufkommen ließen. Da sie gewöhnlich noch 2 bis 3 Umgänge mit der Nutzlast machen, wenn der Dampf von der Maschine schon abgeschlossen ist, so kann man gewiß nicht behaupten, daß es ihnen an Trägheitsmoment fehle, vielmehr muß man annehmen, daß ihre Schwungräder für die kurzen Momente, die sie die Ungleichheiten in der Wirkung des Kolben auf die Kurbel auszugleichen haben, hinreichen. Indessen ist bei einigen Zwecken, namentlich in Spinnereien, wo Garne von sehr hohen Nummern gesponnen werden, eine ungemeine Gleichmäßigkeit in der Bewegung nöthig. In diesen Fällen lieber etwas zu viel, als zu wenig zu thun, ist vorsichtig und weise. Ich würde vorschlagen, die Zahl 2000 in der Murray'schen Formel nach Beschaffenheit der Umstände folgendermaßen zu modificiren:

a) für Dampfmaschinen, welche für Zwecke bestimmt sind, wo gerade keine sehr gleichmäßige Bewegung nöthig ist, oder wo in der Nutzlast selbst schon Schwungkraft ist, wie in Mahl-, Oel-, Sägemühlen, Pumpen ꝛc., statt 2000 die Zahl 1000 oder noch weniger zu nehmen;

b) in Spinnereien, wo von N. 40 bis N. 60 gesponnen wird, dagegen 1500 zu setzen; und endlich

c) bei Spinnereien, welche sehr feine Nummern liefern, es bei der Zahl 2000 bewenden zu lassen [1]).

1) In neuester Zeit hat man in England nach einem Surrogate für die Schwungräder gesucht. In Soho sind zu diesem Zwecke Versuche gemacht, über welche man nachlesen kann Comptes rendus, 2e Sem. 1839, N. 6 — Dingler's polyt. Journ. B. LXXIV. S. 154. Die versuchte Vorrichtung scheint mir aber ein schlechter Ersatz zu sein; denn sie ist sehr

Digitized by Google

7) Condensator.

Ich habe mich oben schon dahin ausgesprochen, daß da, wo viel kaltes Wasser zu Gebote steht, und dasselbe ohne großen Verlust an Kosten und Kraft von Seiten der Maschine zu erlangen ist, daß vollends da, wo man die gesammte Masse der aus der Maschine kommenden Dämpfe nicht vollkommen benutzen kann, an meinen Hochdruckmaschinen auch mit großem Vortheile ein Condensator angelegt werden könne, vorausgesetzt, daß derselbe von höchst einfacher Construction genommen werde. An 2 meiner Maschinen, wo alle diese Umstände zusammentrafen, habe ich deshalb auch wirklich Condensatoren angewandt, die auf folgende Weise wirken:

Der von der Maschine kommende Dampf strömt in ein Rohr, das man füglich an das oben beschriebene Exhaustionsrohr anschrauben kann. Dasselbe muß von Kupferblech gebaut sein, und den Durchmesser des Exhaustionsrohres haben. Seine Länge richtet sich nach der Größe der Maschine und der Menge Dampf, die condensirt werden soll. Da diese, aus gleich näher zu erörternden Ursachen, nur aus derjenigen Quantität Dampf besteht, die in dem Cylinder nach der Exhaustion zurückbleibt, d. h. aus demjenigen Dampfe, der durch den Gegendruck der atmosphärischen Luft verhindert wird, bei der Exhaustion mit herauszuströmen, also, kurz gesagt, aus einem Volumen atmosphärischen Dampfes, das dem kubischen Inhalte des inneren Cylinderraumes gleichkommt; so ist kein großer innerer Condensatorraum nöthig, und es wird völlig genügend sein, wenn die Länge des Rohres der zwiefachen Hublänge des Kolben gleich ist. Man legt dieses Rohr in eine Cisterne, in welche fortwährend kaltes Wasser zufließen, und das erwärmte wieder abfließen kann, und zwar seinem Ende zu etwas geneigt, damit das darin sich sammelnde Wasser, diesem Ende zuzufließen schon durch seine Schwere geneigt gemacht wird. Das Ende desselben versieht man mit einer Klappe, deren Oeffnung wenigstens $\frac{2}{3}$ des Durch-

---

complicirt, und viel künstlicher anzufertigen als ein Schwungrad, dürfte auch weit mehr Reibung verursachen.

Digitized by Google

messers des Exhaustionsrohres hat. Die Klappe kann flach sein und sich an einem Charniere bewegen, oder auch conisch, in beiden Fällen muß sie aber durch eine Feder leicht geschlossen erhalten werden; besser dürfte es aber noch sein, das Rohr so viel umzubiegen, daß es in eine Lage kommt, worin die conischen Klappen von selbst durch ihr eigenes Gewicht wieder zufallen. Die Klappen werden so gelegt, daß sie sich nach außen heraus öffnen. Der untere Theil des Rohres mündet in ein Gefäß, in welchem das aus dem Condensator kommende Wasser, von den dasselbe begleitenden Dämpfen geschieden, gehörig ablaufen kann, während zugleich die Dämpfe in's Freie gelangen können, ohne sich in dem Locale der Dampfmaschine zu verbreiten. Nicht weit vom obern Ende des Rohres ist ein kleines Einspritzrohr eingelöthet, welches sich inwendig in der Art umbiegt, daß es seinen Wasserstrahl dem in den Condensator eintretenden Dampfe grade entgegensendet. Vor die innere Mündung desselben wird ein kleiner Kegel, der mit seiner Spitze grade vor der Oeffnung liegt, vermittelst zweier kleiner Bügel befestigt. Er verbreitet das aus der Mündung kommende Wasser strahlenförmig in den ganzen obern Raum des Condensators. Zum Durchmesser der Oeffnung empfehle ich den 32sten Theil des Cylinderdurchmessers zu nehmen. Auswendig am Einspritzrohre ist ein kleiner Hahn angebracht, wodurch man den Wasserzufluß in den Condensator reguliren und abschließen kann. Das Einspritzrohr muß immer seitwärts am Condensator angebracht werden, damit es stets mit Wasser bedeckt liege. An den Hahn wird ein Schlüssel mit längerm Stiele angesetzt, den man außerhalb der Cisterne mit Bequemlichkeit handhaben kann. Da, wo das kalte Wasser in die Cisterne zuläuft, müssen feine messingene Siebboden angebracht werden, um Schmutz und fremde Körper, die das Einspritzrohr verstopfen könnten, aus dem Wasser abzuscheiden. Solche Siebe werden am besten auf diejenige Weise, die ich oben schon beschrieben habe, d. h. stehend, angebracht.

In Fig. 40. Tab. IV. sieht man diesen Condensator in seiner Cisterne von außen, und Fig. 41 denjenigen Theil des-

Digitized by Google

ſelben, der das Einſpritzrohr enthält, im perpendiculären Längsdurchſchnitte vorgeſtellt. a iſt das von der Maſchine kommende, und die abſtrömenden Dämpfe in den Condenſator führende Exhauſtionsrohr, b der Condenſator, c die Waſſercisterne, worin derſelbe liegt, d das Ventil am untern Ende von b. Es iſt hier als flache Klappe mit Charnier und Feder abgebildet. e iſt das Gefäß, welches das aus dem Condenſator kommende, und mit Dämpfen vermengte Waſſer aufnimmt. In daſſelbe ragt deshalb die Klappe des Condenſators hinein. Aus ſeinem aufſteigenden Rohre f ſtrömen die aus dem Condenſator in daſſelbe eindringenden Dämpfe ab, und in's Freie, oder in ſolche Apparate, wo die Wärme derſelben noch nützlich verwandt werden ſoll, aus dem Knierohre g läuft aber das Injectionswaſſer ab. Das Rohr hat eine ſolche Biegung, daß es den Dämpfen den Ausfluß durch das darin enthaltene Waſſer verſperrt. h iſt die Ablaufrinne für das Kühlwaſſer des Condenſators aus der Ciſterne, i das ſtehende Sieb, k die Zulaufrinne für das Kühlwaſſer in die Ciſterne, l ein Abzapfhahn für das Waſſer derſelben. In Fig. 41 ſieht man bei a den innern umgebogenen Theil des Injectionsrohres mit dem Kegel b vor ſeiner Oeffnung. Der äußere Theil deſſelben iſt bei m in Fig. 40 zu ſehen, wo n deſſen Hahn und o den Schlüſſel dieſes Hahnes bezeichnet.

Die Wirkung dieſes einfachen Condenſators iſt folgende:

Wenn der Kolben der Dampfmaſchine ſeinen *jedesmaligen* Lauf, gleichviel ob nach oben oder unten, vollendet hat, ſo fährt, wenn darauf die Exhauſtion erfolgt, der plötzlich ausſtrömende Dampf noch mit einem Drucke von wenigſtens $2\frac{1}{2}$ Atmosphären in den Condenſator, und da er bei dem geringen kubiſchen Inhalte des Exhauſtionsrohres und des Condenſators, und bei der geringen Ausdehnung der kalt gehaltenen Wände deſſelben, nicht in dem Maaße verdünnt wird, daß ſein Druck auf die Wände deſſelben und auf das Ventil d unter den Druck der äußern Atmosphäre fällt, ſo ſtößt er dieſes Ventil auf, und treibt beim augenblicklichen Ausſtrömen aus demſelben alle Luft und jede über dem Ventile ſich angehäuft habende

Digitized by Google

Flüssigkeit mit zu demselben heraus, und zwar in dem Maaße und in solcher Menge, daß er sich mit dem Drucke der äußern Atmosphäre in's Gleichgewicht setzt. Während seines Ausströmens hemmt er zugleich durch seine Elasticität die Einspritzung von kaltem Wasser in den Condensator so lange, bis diese seine Elasticität bis unter den Druck der Atmosphäre gesunken ist. Nach dem Ausströmen schließt sich augenblicklich das Ventil wieder, und sperrt den innern Raum des Condensators und den mit ihm in Verbindung getretenen Raum des Dampfcylinders ab. Da der nun in den Condensator verbreitete Dampf sich durch die Berührung der kalt gehaltenen Wände des untern, in der Cisterne gelegenen, Theils desselben noch augenblicklich in dem Grade vermindert, daß sein Druck geringer wird, als der der äußern Atmosphäre, so dringt nun das Einspritzwasser durch das Einspritzrohr schnell in seinen Raum ein, und verdichtet die noch vorhandenen Dämpfe, bevor noch der Kolben im Dampfcylinder seinen Rückweg ganz zurückgelegt hat, es wird also die Leere, die sich nun auch auf den Cylinder erstreckt, da alle in demselben zurückbleibenden Dämpfe schnell in den Condensator nacheilen, auf ihn wirksam. Nähert sich der Kolben wieder dem Ende seines Laufes, und öffnet sich der Exhaustionsweg bei Uebergang der Kurbel über den todten Punkt, so erfolgt ein neues Durchblasen der aus dem Cylinder kommenden Dämpfe durch den Condensator, wobei das über dem Ventile d sich angehäuft habende Condensationswasser mit demselben ausgetrieben wird. Es erneuern sich dann alle vorher angegebenen Vorgänge. Daß etwa in den Condensator eingedrungene Luft bei dem jedesmaligen Durchfahren der Dämpfe durch ihn immer zugleich mit entfernt werde, dieses Durchfahren also eine Luftpumpe ersetze, halte ich für überflüssig zu bemerken.

Dieser Condensator war eine meiner ersten Erfindungen, die ich im Felde der Dampfmaschinen machte, und führte ich denselben schon vor 24 Jahren an mehreren Modellen aus. Die erste Beschreibung desselben sandte ich zu dieser Zeit an den Herrn Professor Link in Berlin, dann theilte ich sie dem Herrn

Digitized by Google

Professor Flörke in Rostock mit, der damals auch die Güte hatte, den Apparat selbst an einem der Modelle in Augenschein zu nehmen. Vor 16 Jahren sandte ich Beschreibung und Abbildung davon nach England, und hier war es, wo Herr Gill, der Herausgeber des technical Repository und ein großer und warmer Freund und Lobredner des Herrn Perkins, ihn sah. Ich hatte ihn nämlich an einer neuen Dampfpumpe angebracht, die der Gegenstand eines Patentes werden sollte, und Herr Gill war von den in London darauf Reflectirenden als Kunstverständiger zur Prüfung dieser Erfindung gezogen worden. Er war damals durch diesen neuen Condensator ohne Luftpumpe sehr überrascht worden, und hatte von ihm als von einer höchst wichtigen Erfindung gesprochen, und demselben großes Lob beigelegt. Sehr bald scheint ihm derselbe, was bei einem englischen Techniker in Rücksicht einer als wichtig erkannten technischen Erfindung sonst eben nicht der Fall ist, ganz wieder aus dem Sinne gekommen zu sein; denn er trägt kein Bedenken, in seinem technical Repository die dort hochgepriesene Erfindung dieses Condensators dem Herrn Perkins und seinem erfinderischen Genie beilegen zu lassen, oder vielleicht gar selbst beizulegen, ohne meiner, der er mich in der kurzen Zeit von 1½ Jahren noch nicht vergessen haben konnte, mit einer Sylbe zu gedenken. Herr Gill brüstete sich gegen mich immer als Rathgeber des Herrn Perkins, und gab sich das Ansehen, als wenn er einen großen Antheil an dessen Erfindungen habe. In Rücksicht auf diesen Condensator will ich ihm das gerne glauben, auch allenfalls für alle übrige Fälle, wo ihm andere arme Erfinder mit ihren Erfindungen in die Hände fielen.

Mein Condensator liefert ein ziemlich gutes Vacuum, und bedarf wenigen Einspritzungswassers, da er nur die nach dem Ausblasen in dem Cylinder zurückbleibenden, und sich mit dem Drucke der Atmosphäre in's Gleichgewicht gesetzt habenden Dämpfe verdichtet. Wenn man glauben sollte, daß das Spiel meines Condensators träger, als das eines gewöhnlichen, an den Maschinen mit niederm Drucke gebräuchlichen, sei, und die Bildung des Vacuums aus dem Grunde langsamer sein müsse,

Digitized by Google

weil derselben jedesmal oben erwähntes Durchfahren der Dämpfe voran gehen müsse, so ist dem nicht so; denn

a) ist dieses Durchfahren, hauptsächlich bei Anwendung eines höhern Dampfdrucks im Cylinder, und bei gehöriger Größe und hinreichend schneller Oeffnung der Abzugscanäle, das Werk eines Augenblicks, indem das Heraustreiben des Wassers durch das Ventil des Condensators, (d. h. wenn dieses Ventil, was nothwendig ist, den gehörigen Durchmesser hat,) bei der geringen Quantität des Condensationswassers ohne allen Zeitverlust geschieht.

b) Kann dieses Durchfahren nicht mehr Zeit nehmen, als das Condensiren aller derjenigen Dämpfe, die bei der Klappe herausfahren, und von denen bei Hochdruckmaschinen, wenn sie auch nur mit einem Drucke von 4 bis 5 Atmosphären wirken, doch schon immer eine größere Menge vorhanden ist, als von solchen, die zurückbleiben, um condensirt zu werden. Wenn man erwägen will, daß in den Maschinen mit niederm Drucke, zum Zwecke der Condensation, die ganze in den Condensator strömende und aus dem Cylinder kommende Dampfmenge verdichtet werden muß, und daß einer solchen Menge Dämpfe das verdichtende Mittel nur nach und nach entgegengeführt wird, so wird sich gerade das Gegentheil von dem ergeben, was jener Einwurf tadelt; es wird nämlich der Act des Durchblasens der Dämpfe eher Gewinn als Verlust an Zeit gegen das Condensiren aller in den Condensator dringenden Dämpfe geben.

Dieser Condensator hat übrigens vor denen mit Luftpumpe noch folgende nicht unwichtige Vortheile:

1) Er ist viel einfacher, indem er jener Luftpumpe, eines künstlichen, genau zu verfertigenden, und Aufmerksamkeit bei der Behandlung erfordernden, Organes nicht bedarf, um sich selbst von dem Condensationswasser und der etwa eindringenden Luft zu befreien. Das Durchströmen der Dämpfe verrichtet das Austreiben der Luft weit schneller, als eine Luftpumpe, indem beim Anlassen der Maschine

Digitized by Google

ein einziges Durchblasen hinreicht, um alle Luft auszutreiben. Eine Luftpumpe verdünnt die Luft in einem Raume erst nach und nach, ehe sie ein leidliches Vacuum darstellt, und so geht ebenfalls immer viel Zeit verloren, bevor sie etwa von Neuem eingedrungene Luft wieder so verdünnt, daß diese das Vacuum nicht erheblich trübe.

2) Dieser Condensator bedarf zur Bildung eines Vacuums keiner bewegenden Kraft, wie die Jngangsetzung einer Luftpumpe, die theils durch Reibung, theils durch den Widerstand der äußern Atmosphäre, einen Theil des nutzbaren Effectes der Maschine verschlingt.

3) Er braucht nicht besonders im Maschinengebäude befestigt zu werden, da keine bewegende Kraft auf ihn durch Zug oder Druck, wie an der Luftpumpe, einwirkt, daher er frei an den Cylinder und dessen Röhren angehängt werden kann.

4) Er erfordert ferner weniger Einspritzwasser als gewöhnliche Condensatoren, die alle aus dem Cylinder kommenden Dämpfe verdichten müssen. Bei Maschinen mit höherm Drucke dürfte die Menge des nöthigen Einspritzwassers diejenige Quantität nicht bedeutend übersteigen, die zur Speisung des Kessels nöthig ist. Dieser Umstand ist da von Wichtigkeit, wo das Condensirwasser behende ist, oder fast ganz fehlt, oder seine Herbeischaffung viele Umstände und Kosten verursacht. Man kann bei Anwendung meines Condensators füglich alle Künsteleien ersparen, die der menschliche Geist hie und da ersonnen hat, um bei fehlendem Condensirwasser solches mit Nutzen wiederholt anwenden zu können [1]).

5) Mein Condensator erlaubt, weil er nicht alle aus dem Dampfcylinder kommenden Dämpfe verdichtet, noch eine nützliche Anwendung derjenigen Dämpfe, die aus ihm entweichen, so daß man diese noch zu allerlei nützlichen Zwecken, z. B. zur Erwärmung von Räumen und Zimmern oder Flüssigkeiten verwenden kann.

---

1) Vid. Dingler's polyt. Journ. B. XXIV. S. 16.

Digitized by Google

6) Er liefert ein sehr stark erwärmtes Speisewasser für den Kessel, wenn man anders diesen mit heißem Wasser speisen will. Die stoßweise durch den Condensator strömenden Dämpfe zersplittern nämlich das ausgeblasene Condensationswasser im Abzugrohre fast zu einem Regen. Selbiges kommt in dieser Gestalt mit ihm in innigere Berührung, wobei es einen großen Theil ihrer Hitze einsaugt, und fast bis auf 80 Grad Reaumur erwärmt, in die Speisecisterne gelangt.

Der einzige Nachtheil dieses Condensators ist der, daß man zur Prüfung des Vacuums darin kein Barometer auf die gewöhnlich übliche Weise an demselben anbringen kann. Da nämlich keine fortwährende Leere sich in demselben befindet, diese vielmehr bei jedem Hube durch die Elasticität der durchströmenden Dämpfe unterbrochen wird, so würde in einem gewöhnlichen, mit dem innern Raume desselben in Verbindung gesetzten Barometer ein so großes Schwanken des Quecksilbers entstehen, daß dieses herausgeworfen zu werden Gefahr liefe, und auf diese Weise jede Beobachtung während des Ganges der Maschine vereitelte. Diesen Uebelstand zu heben, dürfte einige Schwierigkeiten haben.

Ist indessen die Beobachtung des Vacuums bei einer im Gange sich befindenden Maschine immer nöthig? — Ist es nicht besser, man spüre seine Vollkommenheit an der kräftigen Wirkung der Maschine? — und ist allemal die Anzeige eines guten Vacuums im Condensator ein Beweis, daß selbiges eben so vollkommen im Cylinder sei? — Man vergleiche hier das oben Gesagte. Bei den 2 Hochdruckmaschinen, die ich mit Condensatoren versah, und die beide Wasser heben, hemmt ein Zudrehen des Einspritzhahnes am Condensator sogleich die Bewegung derselben, und wenn sie auch im kräftigsten und schnellsten Gange sind. Ein Beweis, daß das Vacuum in dem Maaße formirt werde, daß es die geringe Wirkung, die es bei Maschinen mit höherm Drucke in Verhältniß zum eigentlichen Dampfdrucke hervorbringt, doch geltend macht.

Bei einfach wirkenden Maschinen mögte es zuweilen zweck-

Digitized by Google

dienlich sein, die Einspritzung genau dann zu hemmen, wenn alle Dämpfe verdichtet sind, damit nicht überflüssiges Wasser in den Condensator dringe, und das Durchblasen der Dämpfe durch selbigen erschwere und verzögere. In diesem Falle versieht man die Einspritzröhre mit einem Hahne oder Ventile, die in den bestimmten Momenten von der Maschine abgeschlossen werden. Bei doppelt wirkenden Maschinen wird diese Vorsicht in so ferne nie nöthig werden, als die Hube zu schnell auf einander folgen.

Herr Perkins läßt sein Condensationswasser durch eine eigene Pumpe einspritzen. Dies ist nicht nöthig, wenn man dem Wasser in der Injectionsröhre einigen Druck geben kann, damit es nach dem jedesmaligen Durchströmen der Dämpfe durch diesen allein hineingefördert werde.[1]) Später, beim beginnenden Vacuum giebt die Atmosphäre dem Wasser Antrieb zum Einströmen genug.

Sehr vielfältig habe ich darüber nachgedacht, ob es nicht möglich sei, einen Condensator für Hochdruckmaschinen zu bauen, der bloß durch kalte Wände verdichte. Vielleicht dürfte derselbe auf zweierlei Weise auszuführen sein. Ich schlage zur Ausführung desselben folgende Wege vor:

1) Man baue ihn ganz wie den vorhin beschriebenen, nur das Rohr b etwas länger, damit er mit seinen bloßen Wänden so viel Dampf von atmosphärischem Drucke zu verdichten im Stande sei, als im Cylinder bei der Exhaustion zurückbleibt, d. h. eine Füllung des Cylinders. Die nothwendige Größe seiner kalten Wände wage ich nicht zu bestimmen, da ich darüber keine Erfahrungen besitze, jedoch dürfte sich mir vielleicht bald einmal Gelegenheit darbieten, darüber Beobachtungen und Versuche an-

1) An derjenigen Maschine, die ich zur Entwässerung des Hohenfelder Torfmoors bei Dobberan erbaut, und an welcher ich einen Condensator von der beschriebenen Einrichtung angelegt habe, versuchte ich anfangs eine Injectionspumpe, da sie indessen vor der beschriebenen einfachen Injectionsvorrichtung durchaus keinen Vortheil gewährte, so nahm ich sie sogleich wieder fort.

Digitized by Google

zuſtellen. Das Einſpritzventil kann bei dieſer Einrichtung ganz wegbleiben. Die Wirkung dieſes Condenſators würde ſo ſein, daß die Dämpfe nach dem Durchblaſen ſich ſchnell an den kalten Wänden verdichteten, und ſo die Leere ohne Einſpritzung erzeugten. Daß bei einer ſolchen Einrichtung ein kleineres Volumen Dämpfe beim Durchſtrömen durch dieſen Condenſator aus der Klappe hervordringen würde, als bei obigem Apparate, iſt leicht einzuſehen, da hier während des Durchſtrömens ſchon mehr Dämpfe durch die größere Ausdehnung der kalten Wände verdichtet werden müſſen. Viele Aehnlichkeit in ihrem Principe mit dieſem Condenſator haben die Condenſationsapparate, die Oliver Evans zuweilen angewendet hat. [1])

2) Noch zweckmäßiger conſtruirt würde vielleicht folgender Condenſator ſein: Er iſt zwar ein wenig zuſammengeſetzter, als der eben angeführte, jedoch eben auch nicht complicirter, als der zuerſt beſchriebene, und mit Einſpritzung arbeitende, indem er nur aus 2 Gefäßen, aus einem, durch welches die Dämpfe durchblaſen, und aus einem andern, deſſen kalte Wände die Dämpfe verdichten, beſteht. Zwiſchen beiden liegt ein Ventil von größerm Durchmeſſer, das durch die Maſchine in den nöthigen Zeitmomenten gehoben und geſchloſſen wird. Das Durchblaſegefäß bedarf nur eines ſehr geringen cubiſchen Inhaltes. Das gewöhnliche Exhauſtionsrohr meiner Dampfmaſchine würde dazu vollkommen genügen. Es müßte nach unten umgebogen werden, und an ſeinem horizontalliegenden Ende mit der Durchblaſeklappe verſehen ſein. In das untere Ende vor der Klappe müßte ſich von oben ein Rohr münden, welches mit dem oben angedeuteten Ventile verſehen wäre. Um dieſes Ventil außerhalb des

1) Man findet ſie beſchrieben und abgebildet in Dinglers polyt. Journal B. XIII, Seite 160. Ferner in Christian's mécanique industrielle, planch. 29. und in Verdam's Grundſätze, wonach alle Arten von Dampfmaſchinen zu beurtheilen und zu erbauen ſind, 1. und 2. Abtheil. S. 426 und Tab. 8, Fig. 78.

Digitized by Google

Condensators in Bewegung setzen zu können, ohne daß Luft in denselben dränge, würde sein Stiel nothwendigerweise durch eine Stopfbüchse zu führen sein. Seine Stellung müßte so angeordnet werden, daß es sich in das Durchblaserohr hinein öffnete. Wünschte man indessen die umgekehrte Stellung, so würde es gehörig zu belasten sein, damit der durchblasende Dampf es nicht zu öffnen vermögte. Das Rohr mit diesem Ventile würde dann in das zweite Gefäß führen, welches so eingerichtet sein müßte, daß es bei geringem cubischen Inhalte eine ausgedehnte kalte Fläche den einströmenden Dämpfen darböte. Ob zu einem solchen Gefäße sich ein einzelnes Schlangenrohr, oder ein Apparat mit vielen engen Verdichtungsröhren, wie der in England patentirte, und jetzt auf vielen Seedampfschiffen üblich gewordene Hallsche Verdichter[1]), oder ein Gedda'ischer Refrigerator, oder flache Kammern, wie Herr Oberbergrath Henschel in Cassel in Gilbert's Annalen [2]) sie empfohlen hat, sich am besten eignen würden, überlasse ich der Beurtheilung meiner Kunstfreunde. Man möge nun wählen, welche Form desselben man wolle, so ist bei seiner Stellung ein Hauptaugenmerk darauf zu richten, daß es die in ihm condensirten Dämpfe durch das Ventil ungehindert in das Ausblaserohr zu liefern im Stande sei. Dieses Ventil müßte gleich nach dem jedesmaligen Durchblasen der Dämpfe durch das Durchblasegefäß von der Maschine geöffnet werden, um ein schnelles Eindringen der zurückgebliebenen Dämpfe in jenes Gefäß zu besorgen, und sich erst in dem Augenblicke, daß die Kurbel sich dem todten Punkte naht, und die Dämpfe das Durchblasen beginnen, auf einen Augenblick wieder schließen.

Bei dieser Einrichtung würde nun das eigentliche Ver-

1) Dinglers polyt. Journal, B. LXVIII, S. 162. Tredgold the steam engine its invention and progressive improvement ect. p. 370.

2) Gilbert's Annalen der Physik. Jahrgang 1819 Stück, 4.

Digitized by Google

dichtungsgefäß in eine Cisterne mit kaltem Wasser zu legen sein. Vielleicht wäre statt des Ventils auch ein Schieber sehr zweckmäßig anzuwenden, der mit 2 Oeffnungen versehen werden, und dessen Bewegung vor der jedesmaligen Annäherung der Kurbel an die todten Punkte in der Art beginnen müßte, daß sich zuerst sein geschlossenes oder volles, zwischen beiden Oeffnungen liegendes Feld vor die Oeffnung derjenigen Fläche, worauf er spielt, und die die Verbindungsöffnung zwischen Durchblase- und Verdichtungsgefäß repräsentirt, schöbe, dann aber die nächste Oeffnung vor diese träte. Beim Zurückgange des Schiebers würde sich der nämliche Vorgang wiederholen, zuerst nämlich das geschlossene Feld die Verbindung wieder abschließen, und dann die andere Oeffnung dieselbe zwischen beiden Gefäßen wieder herstellen.

Hinsichtlich der Gestalt des eigentlichen Verdichters dieses Condensationsapparates habe ich noch hinzuzufügen, daß eine einzige Schlangenröhre in den meisten Fällen die einfachste Vorrichtung sein mögte, wenn auch gleich ihr kubischer Inhalt zu der Ausdehnung ihrer verdichtenden kalten Wände in keinem günstigen Verhältnisse stehen dürfte. Da indessen das sich immer wiederholende Durchblasen der Dämpfe auch größere Räume immer bald luftleer schafft und erhält, so lege ich auf diese ungünstigen Umstände hier weniger Gewicht. Würde man die von dem Durchblasegefäß in das Verdichtungsgefäß führende, und mit dem oben angeregten Ventile versehene Oeffnung von gehöriger Größe bauen, so dürfte das wenige, in letzterem sich ansammelnde Condensationswasser durch dieselbe zugleich seinen Weg in das Durchblasegefäß finden, und von diesem aus durch die durchblasenden Dämpfe entfernt werden, wo nicht, müßte man eine kleine Extractionspumpe anwenden, deren Dimensionen nur sehr klein zu sein brauchten.

Zu dem zuerst beschriebenen Condensator mit Einspritzung könnte man füglich das, in der von mir beschriebenen Maschine

Digitized by Google

herabſteigende, Exhauſtionsrohr ſelbſt benutzen, wenn man es mit einem zweiten Rohre umgäbe, und durch dieſes das Kühlwaſſer leitete. In den Fällen, wo das Kühlwaſſer mit Gefälle zur Maſchine käme, wäre dieſe Anordnung wegen ihrer Bequemlichkeit, und auch deswegen, weil man ſie immer vor Augen hätte, ſehr zu empfehlen.

Da die Condenſationsapparate bei den Hochdruckmaſchinen eine nur ſehr untergeordnete Rolle ſpielen, ſo habe ich dabei nicht zu ausführlich ſein mögen. Jedoch dürften auch die gegebenen Andeutungen genügen, den Maſchinenbauer in den Stand zu ſetzen, meine Ideen und Pläne in Beziehung auf dieſe Apparate zu durchſchauen, und wo es nothwendig erſcheinen ſollte, in Ausführung zu bringen.

Digitized by Google

Dritter Abſchnitt.

Allgemeine Bemerkungen über meine Hochdruck-dampfmaſchinen.

Sie ſollen zuerſt den Brennmaterialverbrauch meiner Maſchinen betreffen, einen Hauptmoment bei der Anwendung von Dampfmaſchinen, bei der ſich der richtige Werth irgend einer beſondern Conſtruction beſonders herausſtellt. Daß ich in meiner 13jährigen Praxis, wo ich ſo manche Maſchinen nach meinem Principe auf Beſtellung erbaut habe, und 3, eine von einer Pferdeskraft, einer von 3, und endlich eine von 30 Pferdeskräften faſt immer unter meinen Augen arbeiten ſahe, mir einige Erfahrungen könne geſammelt haben, wird man mir hoffentlich nicht ſtreitig machen, zumal da das große Intereſſe, welches ich an der Sache nehme, mich nie im Beobachten ermüden ließ, auch alle Verſuche von mir angeſtellt wurden, die in den Umſtänden, worunter jene Maſchinen arbeiteten, und noch arbeiten, irgend gemacht werden konnten.

Bei der Beſtimmung der Kraft meiner Maſchinen habe ich keine Meſſungen mit dem Prony'ſchen Zaume machen können, da die Gelegenheit ſich dazu nicht dargeboten hat, indem die Maſchinen immer mit andern Werken in Verbindung ſtanden, deren Betrieb nicht ausgeſetzt werden konnte, in den meiſten Fällen endlich aber auch aller Raum dazu fehlte, den Prony'ſchen Zaum aufzuſtellen. Sehr günſtig war mir aber eine andere Gelegenheit zur Beſtimmung der Kraft meiner Maſchinen in ſo ferne, als mehrere derjenigen Werke, zu deren Be-

Digitized by Google

trieb ich Maſchinen aufgerichtet habe, vorher durch Pferde in Gang geſetzt und erhalten wurden, eine Parallele zwiſchen den Leiſtungen beider Betriebskräfte alſo leicht und bequem zu ſtellen war. Wenn gleich eine Schätzung der Art nicht ſo wiſſenſchaftlich ſcharf genannt werden kann, als direkte Verſuche mit Kraftmeßmaſchinen ſein würden, ſo ſind ſie doch ächt praktiſch, und für diejenige Claſſe von Menſchen, die Dampfmaſchinen gebrauchen, am allerüberzeugendſten, zumal da der Effekt der Dampfmaſchinen immer nach Pferdeskräften berechnet wird. Zugleich haben ſie den großen Vortheil, daß die Reſultate aus einem längern Betriebe hervorgehen, wobei ſich nicht ſo leicht Irrthümer einſchleichen, und Ueberſchätzungen weniger möglich ſind. Die von mir angegebenen Schätzungen ſind nicht die Frucht mehrſtündiger Verſuche und Proben, ſondern Folgerungen aus den Reſultaten einer längern Zeit, und fleißiger Beobachtungen, wobei, wie Jeder ſich überzeugen wird, ich niemals zu Gunſten meiner Maſchinen rechne, ſondern dieſelben offenbar häufig in Nachtheil ſtelle. Bedenkt man vollends, wie verſchieden auch bis auf dieſen Tag eine Pferdeskraft im wiſſenſchaftlichen Calcul angenommen wird, ſo dürften meine Schätzungen eher an Werth gewinnen, als verlieren.

Wenn ich behaupte, daß meine Maſchinen hinſichtlich ihres Brennmaterialverbrauchs große Vortheile gewähren, ſo hoffe ich dieſe meine Behauptung durch mehrfache triftige Gründe zu unterſtützen, indem ich Beweiſe aus mehreren Quellen zu ſchöpfen mich bemühen werde.

Ich will zuerſt von derjenigen meiner Maſchinen ſprechen, die erſt in Klein-Wehnendorf, ſpäter in Güſtrow, in der dortigen Eiſengießerei und Maſchinenbauanſtalt, deren Compagnon ich früher war, im Ganzen länger als 2 Jahre täglich unter meinen Augen gearbeitet hat, und über deren Conſtruction und Leiſtungen ich folgende Erläuterungen vorauszuſchicken für nöthig erachte.

Die Maſchine iſt auf die Kraft von 3 Pferden berechnet, und hat eine Form, derjenigen ähnlich, die in mehreren engliſchen Werken über Dampfmaſchinen, als von Mauds-

Digitized by Google

lay vorzüglich gebraucht, angegeben wird, nur unterscheidet sie sich dadurch von dieser, daß diejenigen Apparate an ihr mangeln, die die Maudslay'schen Maschinen als Maschinen von niederm Drucke bezeichnen. Sie hat einen Cylinder von 4½ Zoll (Hamburger Maaßes) Durchmesser im Lichten, und eine Hublänge von 1 Fuß, und so wenig Gewicht, daß sie ohne Schwungrad von 2 Männern tragbar ist. Ihre gewöhnliche regelmäßige Geschwindigkeit wechselt nach Beschaffenheit der zu überwältigenden Last von 70 bis 80 Umgängen in der Minute. Sie betreibt seit längerer Zeit 3 kleinere Drehbänke und 3 große, einen Schleifstein, ein Cylindergebläse, für 6 Schmiedefeuer berechnet, welches regelmäßig in der Minute 200—220 Cubikfuß Luft von atmosphärischer Pressung einsaugt, und sie mit ½ Pfund Druck auf den Quadratzoll nach den Essen liefert, und an den Gießtagen endlich ein größeres Gebläse für die Gießerei, welches in der Minute über 700 Cubikfuß Luft einsaugt, um sie mit einem mittlern Drucke von ⅝ Pfund auf den Quadratzoll in die Cupelöfen zu liefern, von welcher Luft, da gewöhnlich nur ein Cupelofen geblasen wird, noch ein nicht unbedeutender Theil in's Freie gelassen werden muß. Dieses letztere Gebläse erforderte früher, bevor die Dampfmaschine aufgestellt wurde, die Kraft von 2 großen und starken Pferden, die während der 4 oder 5stündigen Arbeit daran nicht selten so bedeutend in Schweiß geriethen, daß sie schäumten. Vergleicht man das kleinere Gebläse hinsichtlich seiner Windförderung mit dem großen, bedenkt man, daß es in Verhältniß zur Leistung mehr Reibung und Nebenhinderniße zu besiegen habe, als das große, rechnet man dazu die 6 Drehbänke, von denen die eine mit einer 7zölligen Drehspindel arbeitet, und hiernach zu der größern Sorte gehört, daß diese Drehbänke, wenn das große Gebläse gleichzeitig arbeitet, theilweise oft schwere Arbeiten verrichten, bedenkt man, daß die auf der Berliner Königlichen Eisengießerei vorhandene Dampfmaschine von Freund, die nach der Berechnung des Herrn Bauconducteurs Brömel [1])

1) Gilbert's Annalen der Physik, Jahrg. 1821, Stück 1, S. 75.

mit ihrem Cylindergebläse nur 960 Cubikfuß Luft von atmosphärischer Pressung einsaugt, um sie mit einem Drucke von $\frac{5}{8}$ Pfund auf den Quadratzoll in den Ofen zu fördern, eine Kraft von 11 bis 12 Pferden (nach der nämlichen Calculation) haben soll, so schlage ich die Kraft meiner Dampfmaschine, wenn sie die 6 Drehbänke und die beiden Gebläse betreibt, gewiß nicht zu hoch an, wenn ich diese Kraft auf die von 4 Pferden schätze. Bei einer solchen Arbeit verbraucht sie nun in 14 Stunden $4\frac{1}{2}$ hiesige Scheffel von den Newkastler kleinen Schmiedekohlen, die im nassen Zustande gewogen 340 Pfund wiegen, also im trocknen höchstens 300 Pfund erreichen würden. Es kommen bei dieser Leistung auf die Pferdeskraft per Stunde

$$\frac{300}{14 \times 4} = 5{,}3 \text{ Pfund Steinkohlen kleinerer Sorte,}$$

was gewiß für eine Maschine von so geringer Kraft ein außerordentliches Resultat genannt werden kann; denn da eine Maschine mit niederm Drucke von derselben Kraft und nach bester Construction, nach den darüber bestehenden, in den Jahrbüchern des polytechnischen Institutes in Wien, Band 1, Seite 118, und in Bernoulli's Anfangsgründen der Dampfmaschinenlehre, 1. Ausgabe, Seite 242, enthaltenen Tabellen zwischen 13 und 15 Pfund [1]), nach einer von Maudslay in London mir gegebenen spätern Tabelle 15,4 Pfund auf die Pferdes-

---

1) Man vergleiche hier noch, was Emil und Joseph Köchlin in Mühlhausen (Bulletin de la société industr. de Mulhaus. N. 42 und 43, und in Dingler's polyt. Journ. B. LXII. S. 162, 242 und 243) über den Kohlenverbrauch der englischen Maschinen mit niederm Drucke und der Woolf'schen, im Elsaß gebräuchlichen, Maschinen sagen. Wenn nach ihren Angaben die letztern Maschinen, die doch grade wegen ihres geringern Brennmaterialverbrauchs im Elsasse den Maschinen mit niederm Drucke vorgezogen werden, selbst in größerm Maaßstabe angewandt, noch immer zwischen 6 und 10, ja 12 Kilogramm (13 bis 26 Pfund) Kohlen für die Pferdeskraft in der Stunde gebrauchen, so ist daraus abzunehmen, wie sehr die Preiscourante der englischen Maschinenbauer und jene Tabellen von der Wahrheit noch abweichen dürften. Herr Joseph Köchlin äußert l. c. auch unverhohlen seine Zweifel über die Zuverlässigkeit der in jenen Preiscouranten und Tabellen enthaltenen Angaben.

Digitized by Google

kraft die Stunde an Kohlen verbraucht, so beträgt der Kohlenverbrauch der meinigen nicht viel über $\frac{1}{3}$ dessen einer Maschine mit niederm Drucke.

Eine Dampfmaschine von 10 Pferdeskräften, die früher in einer Papiermühle 2 Holländer, eine große Pumpe und die Pressen in der Büttenkammer betrieb, auch noch einen Lumpenschneider von meiner Erfindung nebenher in Bewegung setzen konnte, und namentlich hinsichtlich ihres Kessels noch lange nicht nach der besten, jetzt von mir erprobten, Form und Größe ist, mit 8zölligem schwingendem Dampfcylinder, und 2 Fuß Hub, bei 50 Umgängen in der Minute, arbeitet, verbrauchte in 16stündiger Arbeit 2600 Soden Tradetorf besserer Sorte, später einige Hundert Torf weniger. Ihre Form ist die der beschriebenen Normalmaschine. Vor ihrer Aufstellung betrieben Pferde das Werk, und 4 derselben (sie waren von größerm und stärkerm Schlage) hatten gleichzeitig reichliche Arbeit an Einem Holländer, während nur $\frac{2}{3}$ derjenigen Lumpen in denselben eingetragen wurden, die meine Dampfmaschine, den andern Holländer mit diesem vereint, und mit gleich erhöhter Belastung in Betrieb setzend, in $\frac{2}{3}$ der Zeit in Halbzeug verwandelte, in der jene Pferde bei 3stündigem Wechsel und großer Anstrengung sie bis dahin zu verarbeiten im Stande gewesen waren. Schlage ich nun die Leistung meiner Maschine nur auf 5 solcher Pferde an, und rechne dann, daß noch ein zweiter Holländer, der Ganzzeugholländer und die Presse und Pumpe gleichzeitig mit derselben gingen, und daß jeder Holländer gegen den Betrieb mit 4 Pferden seine Leistungen beinahe verdoppelte, bedenkt man, daß die angewandten Pferde sämmtlich von großem mecklenburgischen Schlage waren, und nach 3stündiger Arbeit von Schweiß trieften, so denke ich, schlage ich die Kraft dieser Maschine auch nicht zu hoch an, wenn ich sie auf die von 10 Pferden taxire, da sie die von 12 Dampfpferden noch übersteigen dürfte. Da der angewandte Torf nach von mir angestellten calorimetrischen Versuchen, hinsichtlich seiner Brennstoffentwicklung zu der der Steinkohlen sich wie 0,85 zu 2 verhielt, so kam auf die Leistung eines Pferdes, auch nur zwischen 6

und 7 Pfund, obgleich der Kessel für die Maschine später nicht genügend groß von mir befunden worden ist.

Später wurde diese Maschine in einer Oelmühle in Rostock aufgestellt, wo sie täglich in 14 bis 15 Stunden 100 bis 110 Scheffel Rappsaamen zu Oel schlägt, und dessen ungeachtet lange nicht ihre ganze Kraft in Anwendung bringt. Sie ersetzt hier die Kraft von 4 Pferden, die man zu der größten und stärksten Race hier in Mecklenburg rechnet, indem jedes wohl über 1100 bis 1200 Pfund wiegt, und es ganz füglich mit 1½, ja wohl mit 2 Dampfpferden aufnehmen dürfte. Diese Pferde, obgleich sie alle 3 Stunden gewechselt wurden, und dann immer sehr naß von Schweiß waren, konnten jedoch nur 60, höchstens 70 Scheffel Rappsaamen mit demselben Werke zu Oel schlagen. Ich bin der Meinung, daß ich, wenn ich hier die Kraft der Dampfmaschine, die der Last eine um den vierten Theil größere Geschwindigkeit mittheilt, als es die Pferde vermogten, auf die von 8 Pferden anschlage, gewiß die Rechnung wieder keinesweges zu Gunsten meiner Dampfmaschine mache. Die Maschine gebraucht in 15 Stunden zwischen 800 bis 900 Pfund Steinkohlen, was wieder zwischen 6 und 7 Pfund auf die Pferdeskraft ausmacht. Da nun eine Maschine mit niederm Drucke von 10 Pferdeskräften per Stunde auf die Pferdeskraft 10, nach der Maudslay'schen Tabelle 12 [1]), eine von 8 Pferdeskräften aber 10,5 nach der Maudslay'schen Tabelle ohngefähr 13 Pfund Steinkohlen gebraucht, so stellt sich auch hier der Brennmaterialverbrauch bei dieser unvollkommenern Maschine nicht viel größer, als auf die Hälfte dessen betragend heraus, dessen Maschinen mit niederm Drucke und bester Construction bei vollem Effecte bedürfen.

Eine Maschine, die in meiner frühern Werkstätte in Klein Wehnendorf arbeitete, und ein Kastengebläse für 2 Schmiedefeuer und eine größere und zwei kleine Drehbänke und einen Schleifstein betrieb, verbrauchte auf die Pferdeskraft für die Stunde 9 bis 10 Pfund Steinkohlen, während die englischen

1) Nach Emil Köchlin's Angabe noch viel mehr.

Digitized by Google

Maschinen mit niederm Drucke für diese Kraftleistung mit 20,7 und nach der Maudslay'schen Tabelle mit 28,5 oft kaum ausreichen.

Eine Maschine von 2 Pferdeskräften, die ich bei einem Torfmoore bei Dobberan zum Wasserfördern aufstellte, und welche nur mit halber Füllung des Cylinders arbeitet, hebt mit einem englischen Bushel Steinkohlen 30 bis 36 Millionen Pfund Wasser 1 Fuß hoch. Bei einer so kleinen Maschine gewiß eine sehr bedeutende Wirkung.

Eine Maschine von 30 Pferdeskräften, die ich für die großherzogliche Maschinenanstalt hier in Plau erbaut habe, und die ganz in der in diesem Werke beschriebenen Normalform, mit schwingendem Cylinder, angelegt ist, hat einen Cylinder von 13¼ Zoll innerm Durchmesser, und einen Hub von 3 Fuß, und macht 36 Umgänge in der Minute. Sie setzt in Betrieb

4 größere Walkstöcke mit 60 Hüben für jeden Hammer in der Minute, giebt . .	6	Pferdeskräfte.
2 mittlere dito mit eben so viel Hämmerhüben	2½	=
2 kleinere mit derselben Anzahl von Hämmerhüben	2	=
1 englischen Walkstock mit 80 Hämmerhüben in der Minute und schweren Hämmern	2	=
1 große Walzenwaschmaschine	1	=
3 Rauhmaschinen	3	=
1 englische Bürstmaschine mit Dampf . .	1	=
2 große Wölfe	2	=
10 Krempelmaschinen	5	=
7 Scheermaschinen	2	=
2 englische Bürstmaschinen ohne Dampf .	1	=
1 große Wasserpumpe	½	=
Sämmtliches Geschleppe nach der Messung wenigstens	6	=
Summa	34	Pferdeskräfte.

Hoffentlich wird man gegen die Schätzung der zur Ingangsetzung dieser verschiedenen, durch die Maschine zu betrei-

Digitized by Google

benden, Werke nöthigen Kraft nichts haben, da sie aus den neuesten und vorzüglichsten Schriften [1]) über diesen Gegenstand geschöpft ist, und ich wieder dabei in keiner Hinsicht der Maschine zu Gunsten gerechnet habe, auch hinsichtlich der Walken durch die Erfahrung an mehreren durch Pferde betriebenen Walkstöcken dieser Art meine Angaben völlig bestätigt gefunden habe. Die Maschine kann alle angegebenen Werke gleichzeitig betreiben [2]), wie sie es oft und auf längere Zeit, namentlich bei der Anwesenheit der zur Prüfung derselben von der Großherzoglichen Regierung hergesandten, aus dem Herrn Oberbaurath Wünsch und Herrn Commerzienrath Mantius bestehenden Commission bewiesen hat, und zwar ohne alle Anstrengung, mit einem Drucke von 90 bis 105 Pfund auf den Quadratzoll. Ihr Kessel ist nach der neuesten zuletzt beschriebenen Form, enthält 56 kupferne Röhren von $\frac{1}{10}$ Zoll Metallstärke, von 5 Fuß 4 Zoll Länge und von 4 Zoll äußerm Durchmesser, die durch 2 Herzen mit einander in Verbindung

---

1) Man vergleiche hier vorzüglich: Wedding, über Verarbeitung der Schaafwolle zu Streichgarn, insbesondere über die mechanischen Vorrichtungen zu diesem Zwecke, und dessen Construction der Wasch- und Walkeinrichtungen für wollene Gewebe. Beide Werke enthalten schöne Kupfertafeln, und sind aus den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen besonders abgedruckt.

2) Ich bemerke dies hier ganz besonders, um nicht den Leser nach Art so vieler englischer und amerikanischer, in leeren Prahlereien und Aufschneidereien sich blähender und niedrige Kunstgriffe nicht verschmähender, Maschinenbauer, und ihrer (oft gedungenen und gut bezahlten) Lobredner zu täuschen. Welche ungeheuren Werke treiben oft in den Beschreibungen, Ankündigungen und Empfehlungen dieser guten Leute ihre Maschinen. Diese oder jene Dampfmaschine von neuer Bauart setzt, so schreiben sie, so und so viel Maschinen von dieser Art, deren Betrieb so und so viel Pferdeskräfte erfordert, von dieser so viel, von einer dritten so viel in Bewegung, das heißt aber auf gut ehrlich deutsch nichts weiter, als diese Maschinenwerke liegen alle vor der Dampfmaschine, werden das eine oder das andere, oder mehrere derselben von ihr zur Zeit betrieben, nach dem Bedürfnisse des Etablissements, worin sie aufgestellt ist, nicht aber alle gleichzeitig. Eine sehr hübsche Probe von solchen Spiegelfechtereien habe ich im Dingler'schen polyt. Journale B. XXVII. S. 356 gegeben.

Digitized by Google

gesetzt sind, 2 Separatoren und einen Recipienten. Seine beiden Rosten haben zusammen 18 Quadratfuß Fläche, und sind beim stärksten und kraftvollsten Gange der Maschine nur ungefähr 6 bis 8 Zoll hoch mit brennendem Torf bedeckt. Der Torf, mit dem gefeuert wird, ist Stechtorf, und enthält sehr viele erdigte Theile, leistet deshalb nach Verhältniß seines Gewichtes wenig, und verlegt die Rosten sehr mit Asche, so daß fortwährend geschürt werden muß; auch war derselbe während der Versuche der Großherzoglichen Commission nicht einmal ganz trocken. Seine Soden sind im Durchschnitte nur 6 bis 7 Zoll lang, 3 Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll hoch, gehören also zu der kleinsten Gattung solchen Torfes. Die Maschine gebraucht davon in 12 Arbeitsstunden 7200 Soden, die nach genauer Abwägung 5088 Pfund wogen; sie consumirte also davon auf die Pferdeskraft per Stunde

$$\frac{7200}{12 \times 34} = 17{,}6 \text{ Soden oder } \frac{5088}{12 \times 34} = 12{,}4 \text{ Pfund.}$$

Erwägt man die erdige Beschaffenheit dieses Torfes und den Umstand, daß er nicht ganz trocken war [1]), und daß der beste von mir in Klein Wehnendorf gewonnene Tradetorf nach calorimetrischen Versuchen gegen Newcastler Schmiedesteinkohlen hinsichtlich seiner Brennstofferzeugung sich wie 0,89 zu 2 verhält, so darf man wohl füglich annehmen, daß die Brennstoffentwicklung dieser schlechten und nicht ganz trockenen Sorte Torf sich zu Steinkohlen wie 1 zu 3 verhalte. Darnach würde denn die Maschine auf die Pferdeskraft per Stunde an Steinkohlen verbrauchen 4,1 Pfund [2]). Man wird um so weniger in diese Angaben Zweifel zu setzen haben, als die Großherzogliche Com-

1) Was für ein großer Unterschied zwischen völlig trocknem und feuchtem Torfe hinsichtlich der Heizkraft beider sei, sollte man kaum glauben. Meine kleine Dampfmaschine in Klein Wehnendorf gebrauchte von völlig trocknem Torfe auf den Tag kaum 200 Soden, während sie 400 bis 500 consumirte, wenn der Torf nicht ganz trocken war, und dann dennoch kaum die Hälfte ihrer Nutzlast in Betrieb erhalten konnte.

2) Nach der Maudslay'schen Tabelle beträgt dieser Verbrauch für eine gleich starke Maschine von niederm Drucke 10,8 Pfund.

Digitized by Google

miſſion die Verſuche mit größter Genauigkeit vornahm, und ſelbige mir auch gerne dieſe Reſultate atteſtiren wird [1]).

So viel von dem Brennmaterialverbrauche einiger meiner Maſchinen als Beleg für ihre bedeutende Brennſtofferſparung. Ich füge nun noch einige Bemerkungen über die verſchiedenen Brennmaterialien, die bei meinen Maſchinen hier in Mecklenburg in Anwendung kommen, bei.

Man bezieht hier in Mecklenburg mit Leichtigkeit über Roſtock, Wismar und Hamburg die engliſchen Steinkohlen. Sie kommen, vorzüglich diejenigen, die über Roſtock und Wismar bezogen werden, aus der Gegend von Newcaſtle, und ſind meiſt von der kleinern Sorte. Daher das geringe Gewicht eines hieſigen Scheffels dieſer Kohlen [2]). Sie werden größtentheils als Schmiedekohlen eingeführt, und ſind von ſehr verſchiedener Güte. Das beſte Brennmaterial für Dampfmaſchinen iſt hier in Mecklenburg der Torf. Mecklenburg beſitzt nämlich viele und ſehr große Moore, die zum Theil noch ganz unbenutzt liegen, und deren Ausſtechung in vielen Jahrhunderten nicht zu fürchten iſt. Die meiſten meiner Dampfmaſchinen feuern Torf, jedoch von der beſſern Sorte, die man Tradetorf nennt, und die in der Grube mit Waſſer zu einem gleichartigen dicken Breie durchgearbeitet und getreten, in Formen nach Beſchaffenheit der Ziegelſteinformen geſchlagen, und aus dieſen auf's trockene Moor oder auf Raſenflächen hingeſetzt wird, um zu trocknen. Solcher Tradetorf wird getrocknet gewöhnlich in Stücken von 8 bis 9 Zoll Länge, 3 bis 4 Zoll Breite und 3 Zoll Dicke verkauft, von denen das Tauſend auf den Mooren von 32 Schilling bis 1 Thaler und oft noch mehr zu ſtehen kommt. Von der beſten Sorte dieſes Torfs, der meiſt aus

1) Eine meiner neueſten Maſchinen, die ich für eine Wollſpinnerei nach Malchow, einer nahe bei Plau liegenden kleinen Stadt, erbaut habe, gebraucht per Stunde auf die Pferdeskraft 5,1 Pfund. Sie iſt auf die Kraft von 8 Pferden erbaut, leiſtet für den Augenblick aber nur die Kraft von ohngefähr 6 Pferden, da noch nicht alle durch ſie zu betreibenden Werke vollendet ſind.

2) Ein mecklenburgiſcher Scheffel verhält ſich zum Berliner wie 5 zu 7.

Digitized by Google

vegetabiliſchen Subſtanzen und ſehr wenigen erdigen Beſtandtheilen beſteht, wiegt durchſchnittlich das Stück oder die ſogenannte Sode 1 Pfund. Er verbreitet beim Verbrennen keinen ſchwefligten oder andern unangenehmen Geruch, ſetzt durchaus keine Schlacke ab, brennt mit heller Flamme, und läßt eine weißliche Aſche in geringer Quantität und von ſehr geringem ſpecifiſchen Gewichte zurück. Er iſt eins der ſchönſten Brennmaterialien für Dampfmaſchinen, indem er eine ſehr gleiche und intenſive Hitze giebt, und die Roſten und Keſſel ſehr wenig angreift, ſo daß gußeiſerne Roſten nicht ſelten 3 bis 4 Jahre und noch länger aushalten, wenn der Aſchenheerd immer gehörig von Aſche und Kohlen geſäubert erhalten wird [1]). Nach calorimetriſchen Verſuchen, die ich mit ihm anſtellte, verhielt ſich, wie ich oben ſchon angeführt habe, ſeine Heizkraft zu der der beſten Schmiedeſteinkohlen wie 0,89 zu 2. Oft ſtellt ſie ſich noch beſſer. Leider iſt dergleichen ſchöner Torf nicht allenthalben in unſern Torfmooren zu finden, ſelbſt in größerer Tiefe nicht. An manchen Stellen iſt er ſo leicht, daß beinahe 3 Soden davon auf 1 Pfund gehen. Viel kommt indeſſen auch auf die Art ſeiner Bereitung an. Derjenige Tradetorf, den Oſtfrieſen hie und da bei uns bereiten, und der auf einem Brinke nach vorhergehendem gehörigem Durchtreten aufgefahren, und nach einigem Abtrocknen mit an den Füßen befeſtigten Brettern zuſammen und feſt getreten, und ſpäter in Soden geſchnitten und getrocknet wird, iſt die beſte Sorte dieſes Torfes. Er wird, aus ſchlechtem Materiale auf dieſe Weiſe bereitet, oft beſſer als der beſte Tradetorf gewöhnlicher Sorte. Seine guten Eigenſchaften erlangt er vorzüglich wohl durch das

1) Schon um dieſes Umſtandes willen hat das Feuern mit Torf bei Dampfmaſchinen vor dem mit Steinkohlen große Vorzüge. Ich ſahe gußeiſerne Roſten, die bei Torffeurung nach 3jährigem unausgeſetztem Gebrauche noch in dem beſten Zuſtande ſich befanden, bei eintretender Feurung mit Steinkohlen aber innerhalb eines Vierteljahres völlig zu Grunde gingen. Dies war namentlich bei derjenigen Maſchine der Fall, deren ich früher erwähnt habe, und die zuerſt in einer Papiermühle, ſpäter aber in der Oelmühle des Herrn Ernſt Brockelmann in Roſtock angewandt wurde.

Digitized by Google

Treten, wobei er einen gewissen Grad von Pressung erfährt, der ihn sehr compact und schwer macht.

Die schlechtere Torfsorte in Mecklenburg ist der sogenannte Stechtorf, der mit einer eigenen Art Spaten, in der Form einer der breiten Seiten der gewöhnlichen Soden, herausgestochen wird. Er ist gewöhnlich viel leichter, als der Tradetorf, und besitzt weniger Heizkraft, jedoch brennt er, vorzüglich der leichtere moosartige, mit heller Flamme und wenig Rauch. Zuweilen findet man ihn von großer Güte, und besser als manchen Tradetorf. Ob man Torfmasse stechen oder traden müsse, hängt sehr von ihrer Haltbarkeit im trockenen Zustande ab. Bröckelt Stechtorf im trockenen Zustande sehr weg und zerfällt, dann thut man besser, ihn durch Traden zu behandeln, wobei man aber nicht vergessen darf, etwas von dem faserigen obenauf liegenden Torfe zwischen die Masse zu mengen, damit sie dadurch mehr Haltung gewinne. Je bröcklicher der Torf, selbst nach dem Traden, erscheint, um so nothwendiger ist diese Beimengung. —

Schlechter Stechtorf giebt eine sehr geringe intensive Hitze, und erfordert, wenn er bei Dampfmaschinen angewendet werden soll, größere Feuerplätze als der Tradetorf. Da er von sehr verschiedener Beschaffenheit ist, und zwischen ihm und dem bessern Stechtorfe sehr viele Grade der Güte denkbar sind, so läßt sich für seine zweckmäßige Anwendung bei Dampfmaschinen und über die seiner Güte entsprechende Construction der Feuerheerde und der Oefen wenig ganz Geregeltes aufstellen, und muß dabei dem richtigen Tacte des Maschinenbauers und calorimetrischen Versuchen viel vorbehalten bleiben.

Holzfeurungen haben hinsichtlich der Brennstoffentwicklung bedeutende Vortheile vor allen übrigen Feurungen, nur hält es schwer, vorzüglich beim Tannenholze, eine recht gleichmäßige Hitze zu erhalten. Zuerst beim Nachlegen lodert dasselbe mit starker intensiver Flamme auf, diese läßt aber sogleich wieder nach. Es ist dies ein Grund, warum Holz ein sehr mißliches Brennmaterial für Röhrenkessel ist, die kleine Recipienten haben, und daher dem Ueberkochen leicht unterworfen sind. Der Verbren-

Digitized by Google

nungsproceß des Holzes erfolgt sehr schnell, und um ein mög-lichst gleichmäßiges Feuer zu erhalten, muß alle Augenblicke nachgelegt werden, was das Geschäft des Heizers sehr erschwert. Härteres Holz, als Buchen- und Eichenholz, ist diesem Uebel-stande weniger unterworfen, als tannenes. Ich habe hinsicht-lich der Holzfeurungen, weil sie hier zu Lande bei fabriklichem Zwecke selten vorkommen, nur wenige Erfahrungen gesammelt. Der theure Transport des Holzes und auch sein bedeutender Preis, gegen Torf und Steinkohlen gehalten, endlich der Um-stand, daß es mit großen Kosten zerkleinert, auch sehr trocken aufbewahrt werden muß, haben seine Verwendung, vorzüglich an der Meeresküste und in den Seestädten sehr vermindert. In Rostock und Wismar werden sogar schon viele Stufenöfen mit Steinkohlen geheizt, und in den Branntweinbrennereien dieser Städte braucht man gar kein anderes Brennmaterial mehr als dieses.

Ich habe schon oben oberflächlich bemerkt, daß ich die von Oliver Evans aufgestellte Erfahrung, daß Hochdruckmaschi-nen bei größerer Steigerung ihrer Leistungen keinem verhält-nißmäßig größern Brennmaterialverbrauche unterliegen, an mei-nen Maschinen bestätigt gefunden habe. Am auffallendsten zeigte sich diese Erscheinung bei der in der Maschinenbauanstalt in Güstrow arbeitenden Maschine. Oben habe ich schon von ihr angeführt, daß sie an den Gießtagen außer den Drehbän-ken und dem kleinern Gebläse auch das große Gebläse zu be-treiben hat, und nach der daselbst gelieferten Berechnung dar-gethan, daß hiedurch der Maschine eine noch einmal so große Nutzlast aufgebürdet wird, als sie gewöhnlich überwindet, wenn sie für die Maschinenbauwerkstätte allein arbeitet. Nie habe ich indessen bemerken können, daß sie bei dieser doppelten Nutz-last auch doppelt so viel Brennmaterial verbraucht hätte. Im Gegentheile war der Unterschied im Verbrauche desselben oft kaum merklich, übertraf wenigstens den gewöhnlichen nie um mehr, als um die Hälfte, in den meisten Fällen nur um $\frac{1}{3}$; ja es sind sogar Fälle vorgekommen, wo er nicht über $\frac{1}{4}$ desselben stieg. Herr Emil Köchlin hält dergleichen Erfahrungen für Täu-

schungen. Sie sind es aber nicht, bleiben sie gleich immerhin mehr oder weniger unerklärt. Daß der alleinige Grund in der Entwicklung höher gespannter Dämpfe und dem daraus erwachsenden, oben ausführlicher bezeichneten, Vortheile liege, ist mir sehr unwahrscheinlich. Gewiß dürfte der vortheilhaftere Erfolg der Expansion in höhern Spannungsgraden der Dämpfe, so wie ein günstigeres Verhältniß der Reibung zur Kraft bei höhern Wirkungsgraden der Maschine, nicht wenig zur Lösung des Räthsels beitragen. Für letztern Grund scheint vorzüglich die Erfahrung zu sprechen, daß die zur Hervorbringung eines so viel größern Effectes nöthige Dampfspannung im Kessel nicht im Verhältnisse zu dem wirklich erreichten Effecte steht, indem bei der vorgenannten Maschine der Druck der Dämpfe in der Maschine nur höchstens um die Hälfte gesteigert zu werden braucht, um einen doppelten Effect hervorzubringen.

Es ist bei Hochdruckmaschinen, in so ferne als ihre Kessel selten so voluminös als bei Maschinen mit niederm Drucke angelegt werden können, und als diese Kessel nicht so viel Wasser als diejenigen bei letztern Maschinen enthalten, ein sehr schwieriges Geschäft, die Feurung auf den gehörigen Grad von Regelmäßigkeit zu erhalten, wenn man nicht dafür sorgt, daß oft Brennmaterial, und zwar mit möglichster Vorsicht, bei dem Oeffnen der Heizthüren nicht zu viel kalte Luft durch längeres Offenhalten derselben in den Ofen gelangen zu lassen, eingetragen wird. Bei größern Torffeurungsanlagen ist es deshalb zweckmäßig, den Torf mit großen, aber leichten eisernen Schaufeln einzuwerfen, was den Moment des Zutragens sehr abkürzt. Steinkohlen sind nur immer in dünnen Lagen aufzutragen, damit so wenig als möglich Rauch entstehe [1]). Sind sie sehr großstückig, so thut man wohl, wenn man die größern Stücke derselben vorher durch Zerschlagen etwas verkleinern läßt. Die

1) Herr Jac. und John Robertson in Glasgow schlagen im Register of arts, B. IV. pag. 314. als bestes Mittel, den Rauch zu verzehren, vor, die Kohlen dünn auf den Rost zu verbreiten und mehr Luft zuzulassen.

Digitized by Google

dazu empfohlenen Kohlenmühlen, die seitwärts über der Feurung am Ofen angebracht werden, die Masse der Apparate aber unnütz vermehren, können dann gut entbehrt werden. Man muß dem Heizer auch etwas zu thun geben; denn je träger sein Dienst ist, je träger wird er selbst. Leute dieses Schlages sind bei voller Arbeit immer am besten daran, und halten es so am längsten bei einem Herrn aus.

Sind die Kohlen klein und fallen sehr durch den Rost, so müssen sie aus dem Aschenheerde wieder hervorgeholt, und mit den ausgebrannten Kohlen und kleinen Coaksstücken von Neuem wieder aufgetragen werden. Man thut auch wohl, sie, da sie immer sehr zusammenbacken, vor dem jedesmaligen Zuwerfen auseinander zu treiben und aufzurühren, und dann nach Auftragung neuer Kohlen zugleich das dabei durch den Rost Gefallene mit aufzuschütten.

Was die nothwendigen Dimensionen der verschiedenen Theile meiner Maschinen betrifft, so habe ich früher größtentheils schon das Nöthige darüber vorgetragen. Ich lege bei allen Bestimmungen dieser Dimensionen immer den Durchmesser des Dampfcylinders zum Grunde, und gestalte nach ihm alle übrigen Verhältnisse der Maschine. Dabei bleiben alle Theile in derselben gefälligen Form gegen einander, die man in der Abbildung der Maschine auf Tab. III. Fig. 1 und 2 wahrnimmt. Um die Dimensionen aller Theile für jede Maschine, sie mag für eine Leistung bestimmt sein, für welche sie wolle, leicht durch eine einfache Construction zu finden, zeichne man sich eine Normalmaschine im größern Maaßstabe mit allen Durchschnitten auf, und setze unter dieselbe so viele verschiedene verjüngte Maaßstäbe, als einzelne Maschinen nach den verschiedenen Pferdeskräften von 1 bis 100 vorkommen. Am besten wählt man eine Maschine von 10 Pferdeskräften als Normalmaschine. Sie hat einen 8zölligen Cylinder, und in den einzelnen wirkenden Organen und Functionen folgende Verhältnisse:

Cylinderdurchmesser 8 Zoll; Kolbenhub 2 Fuß; Umgänge der Maschine in der Minute 50; Kolbenstangendurchmesser 2 Zoll; Höhe der Liederung des Kolben 4 Zoll; Durchmesser des Dampf-

Digitized by Google

rohres 2 Zoll; des Exhaustionsrohres 3½ Zoll; Oeffnungen im Wechselschieber 3 Zoll Länge und ¾ Zoll Breite; Oeffnung in dem Abschlußschieber 3 Zoll Länge und ⅝ Zoll Breite.

Die Maaßstäbe für Maschinen von verschiedener Größe zeichnet man in der Art, daß man den Cylinderdurchmesser der Normalmaschine auf die verschiedenen Maaßstäbe setzt, und ihn in so viele Theile theilt, als die später folgende Tabelle Zolle für den Cylinderdurchmesser angiebt. Ist dies geschehen, so wird die Vervollständigung der Theilung in Fuße und Zolle ohne weitere Schwierigkeit erfolgen können.

Nur einige Theile erleiden bei dem angegebenen Verfahren Modificationen, und zwar:

1) die Kolbenliederung. Sie braucht bei den größten Maschinen 6 Zoll Höhe nicht zu überschreiten. Da man um deswillen bei größern Maschinen den Cylinder etwas kürzer construiren muß, als er nach der Zeichnung, und dem für die beabsichtigte Kraft bezeichneten Maaßstabe eigentlich sein sollte, so kann man den Ueberschuß der Länge der Stopfbüchse oder dem Zwischenraume zwischen Kolbenstange und deren Verbindungsstück mit der Kurbel zugeben, wodurch die Kolbenstange etwas länger wird.
2) Die Liederung der Stopfbüchse für die Kolbenstange. Sie muß ebenfalls 6 Zoll Höhe nie überschreiten. Den Ueberfluß theilt man hier den leitenden broncenen Buchsen auf dem Boden der Stopfbüchse und in dem Stopfpfropfen zu.
3) Das Schwungrad. Seine Schwere muß nach den von mir gegebenen Regeln bei jeder Maschine besonders berechnet, und darnach die Stärke seines Schwungkranzes und der Arme eingerichtet werden. Der Durchmesser bleibt wie in der Zeichnung.

Bei kleinern Maschinen von 1 bis 6 Pferdeskräften würde es rathsam sein, den Hub etwas zu vergrößern, und dem gemäß die Verhältnisse des Gestelles umzuändern, wenn man es nicht vorziehen sollte, diesen Maschinen eine der leichtern Formen zu geben, die ich später beschreiben werde. Einen Hub von 4 Fuß würde ich nie überschreiten, höchstens bei den Ma-

Digitized by Google

schinen auf Schiffen. Maschinen zwischen 50 und 100 Pferdeskräften müßten bei diesem Hube bleiben. Das Gestell kann dann, wenn der Cylinder im Verhältnisse zu demselben zu viel Durchmesser erhielte, etwas breiter und tiefer gebaut werden, auch kann man die Säulen stärker einrichten, was bei altdorischen Säulen sehr wohl angeht.

Zu den Modificationen in den Functionen der Maschine kann man die Anzahl ihrer Umgänge in der Minute rechnen, die immer zur Größe des Hubes in einem bestimmten Verhältnisse bleiben muß, auch durch die nöthige und zweckmäßigste Geschwindigkeit des Kolben in der Minute bestimmt wird. Die Kolbengeschwindigkeit sollte bei kleinern Maschinen (von 1 bis 10 Pferdeskräften) 3 Fuß für die Secunde, also 180 Fuß in der Minute, nicht übertreffen. Bei größern (von 10 bis 50 Pferdeskräften) ist jedoch eine Steigerung derselben bis auf 200 Fuß in der Minute, und bei noch größeren (von 50 bis 100 Pferdeskräften) eine solche bis auf 240 Fuß in der Minute anzurathen. Unter 16 Zoll Hub sollte eigentlich keine Maschine haben. Die reciproke Bewegung derselben nimmt sonst einen zu ungestümen und zerstörenden Charakter an.

Für die Berechnung des Cylinderdurchmessers lege ich jene Tafeln zum Grunde, deren ich oben Erwähnung gethan habe, und die in den Jahrbüchern des polytechnischen Institutes in Wien, Bd. 1, S. 118, so wie in Bernouilli's Anfangsgründen der Dampfmaschinenlehre, 1. Ausgabe S. 242, enthalten sind. Nenne ich den in diesen Tafeln angegebenen Durchmesser der Cylinder der Maschinen mit niederm Drucke D und den Cylinderdurchmesser meiner Maschine d, so stellt sich folgende Proportion nach meinen Erfahrungen heraus:

$$9 : 4 = D : d$$

Dann ist: $$d = \frac{4D}{9}$$

Die Anzahl der Umgänge meiner Maschine in der Minute ergiebt sich aus folgender Formel, wenn h die Größe des Kolbenhubes in Zollen, und g seine Geschwindigkeit in Fußen für die Minute bezeichnet:

Digitized by Google

1) für Maschinen von 1 bis 10 Pferdeskräften, wo $g = 180$

$$\frac{180 \times 12}{2 \times h} = \frac{180 \times 6}{h}$$

2) für Maschinen von 10 bis 50 Pferdeskräften, wo $g = 200$

$$\frac{200 \times 6}{h}$$

3) für Maschinen von 50 bis 100 Pferdeskräften dieselbe Formel, bloß daß in derselben $g = 240$ gesetzt wird.

Uebrigens kann man unter Umständen auch bei kleinern Maschinen $g = 240$ machen, namentlich da, wo die zu betreibenden Werke mit großer Geschwindigkeit arbeiten, z. B. bei Kornmühlen und Sägemühlen; denn bekannt ist es, daß Hochdruckdampf eine weit größere Kolbengeschwindigkeit zulasse, als solcher mit niederm Drucke, ohne dadurch hinsichtlich seines Effectes einzubüßen.

Was die Berechnung der Wassermenge betrifft, die bei den Maschinen verschiedener Größe in den Kessel gefördert werden muß, so kann man dabei folgende Regeln sich merken:

Wenn F die Durchschnittsfläche des Dampfcylinders in Quadratzollen und H die Höhe des Hubes (ebenfalls in Zollen) ist, so ergiebt sich die Anzahl der Kubikzolle Wasser, die bei jedem Umgange der Maschine, also bei jedem Hube der Speisepumpe in den Kessel zu fördern ist, aus folgender Formel, die ich aus der Erfahrung für zweckmäßig erkannt habe, und die denjenigen Ueberschuß gleich mit in Rechnung bringt, den ich über die streng gesetzliche Quantität Wasser, die zum Ersatze des verdampfenden bestimmt ist, in den Kessel fördern lasse:

$$\frac{\frac{F \times H}{3} \times 2 \times 8}{1400} = \frac{F \times H \times 2}{525}$$ [1]

1) $\frac{F \cdot H}{3}$ bezeichnet hier den cubischen Inhalt desjenigen Raumes im Dampfcylinder, der bei jedem Hube des Kolben mit Dampf gefüllt wird. Er ist mit 2 zu multipliciren, weil 2 Hübe zu Einem Umgange der Maschine gehören, und mit 8, weil beinahe 8mal so viel Dampf in ihn strömt,

Digitized by Google

Hinsichtlich der Speisepumpe rathe ich, den Durchmesser der Pumpe lieber etwas kleiner, und den Hub dafür größer zu nehmen. Der Pumpenkolben hat alsdann weniger Reibung, und es ist nicht so viel Gefahr des Eindringens von Luft, da ein kleiner Kolben eher dicht zu erhalten ist, als ein großer. Auch kann sich bei etwa eingedrungner Luft diese weniger unter einem kleinern Kolben halten, als unter einem großen, in so ferne die mögliche Höhe ihrer Säule zur Hubhöhe in ein günstigeres Verhältniß tritt, sie daher beim Niedergehen des Kolbens leichter zu den Seitenöffnungen herausgetrieben wird.

Ueber den Bewegungsmechanismus für die Speisepumpe kann man genau genommen keine bestimmte Regeln aufstellen. Ich bringe meine Speisepumpen nie an der Maschine selbst an. Da der Heizer ihre Beobachtung und Regulirung zu besorgen hat, so steht sie immer am besten beim Kessel, und ihm so nahe als möglich. Bei dieser Einrichtung hat man keine lange Speiseröhren nöthig. Ist das Speisewasser aus Brunnen zu heben, so brauchen diese dem Fundamente der Maschine auch nicht so nahe zu liegen. Ein Hauptvortheil der weitern Entfernung der Speisepumpe von der Maschine ist aber der, daß man ungestörter vorkommenden Mängeln an derselben abhelfen kann, ohne durch die Maschine behindert zu werden, und diese deshalb in Stillstand setzen zu müssen. Ich habe bei Beschreibung meines Kessels und seiner Speiseapparate einen Bewegungsmechanismus für die Pumpe beschrieben, der sehr zweckmäßig ist, zu jeder Zeit leicht außer Verbindung mit der

---

als nöthig ist, ihn mit Dampf von atmosphärischer Pressung zu füllen. Das Product drückt das Volum atmosphärischen Dampfes, welches während eines Umgangs der Maschine von derselben verbraucht wird, annähernd aus. Dies wäre nun eigentlich mit 1700, als derjenigen Zahl, die da angiebt, in wieviel Cubikzoll atmosphärischen Dampfes ein Cubikzoll Wasser enthalten ist, zu dividiren, um die nöthige Anzahl Cubikzolle Wasser für jeden Umgang der Maschine zu erhalten. Ich habe jedoch um des oben erwähnten Ueberschusses willen die Zahl 1700 auf 1400 herabgesetzt, wodurch natürlich der erhaltene Quotient größer wird.

Digitized by Google

Maſchine geſetzt werden kann, und eine Regulirung des Hubes der Druckpumpe zuläßt. Ein ſolcher Apparat exiſtirt, mit unbedeutenden Modificationen, faſt an allen meinen Dampfmaſchinen, und immer habe ich die beſten Reſultate durch ihn erhalten. Ich kann ihn daher mit Recht zur Nachahmung empfehlen.

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Anwendung meiner Hochdruckdampfmaschinen auf verschiedene technische Werke, und Modificationen ihrer Form nach den jedesmal vorliegenden Zwecken.

Schon in der Einleitung zu dieser Schrift habe ich mich dahin ausgesprochen, daß ich es für durchaus unzweckmäßig erachte, sich bei Dampfmaschinen an eine gewisse Normalform binden zu wollen. Es deutet auch schon eine große Armuth an Ideen bei dem Maschinenbauer an, wenn er alle Maschinen, sie mögen einen Zweck haben, welchen sie wollen, sie mögen unter noch so verschiedenen Umständen aufgerichtet werden und wirken sollen, über einen Leisten schlägt, verräth eine völlige Abwesenheit jenes Talentes, jener Umsicht und Erfahrung und jener Kenntnisse bei ihm, ohne welche er auf einer höhern Stufe weder stehen, noch sich erhalten kann.

Im Allgemeinen hat man die Ansicht, daß England im Betreff zweckmäßiger Maschinen-Anordnungen und Maschinen-Modificationen für verschiedene Leistungen allen Mechanikern als Muster aufzustellen sei. Auch ich theilte früher diese Meinung, und war sehr erfreut, als sich mir endlich die Gelegenheit darbot, England und seine Maschinenbauer näher kennen zu lernen. Welche reiche Ausbeute versprach ich mir von dieser Reise, welche Schätze wollte ich mir sammeln, wie meine Umsicht, meine Gewandtheit in diesem Fache vervollkommnen, wie meine Ideen berichtigen; jedoch wie unangenehm wurde ich in mancher Beziehung bei meinem Eintritte in dieses Land überrascht.

Digitized by Google

Hier, wo das Herkömmliche knechtisch festgehalten wird, jedes Förmliche so hohen Werth hat, wo man auf jeden Schritt und Tritt, jede Fingerbewegung mit alberner Kleinlichkeit achtet, (wahrlich kein erfreuliches Merkmal ächten und richtigen Freiheitsinnes,) waltet auch in dem Felde der Dampfmaschinen im Allgemeinen ein ängstliches Bewahren und Bewachen bestimmter Formen, eine eiserne Beharrlichkeit in gewohnt gewordenen Irrthümern, ein Widerstreben gegen Reformen, die die alte Weise gefährden, und den alten Schmutz aufkehren. Ich weiß nicht, war es Folge einer durch übertriebene Berichte und Reisebeschreibungen zu sehr gesteigerten Erwartung und plötzlichen Enttäuschung bei mir, oder war ich nur so blind, daß ich in dem Leben und Wirken einer so hochgepriesenen Nation nur den Hefen erblickte, und die rechten Triebfedern ihres Waltens, den hohen darin athmenden Geist nicht fassen, nicht sophistisch genug zu interpretiren verstand, oder fehlte es mir an aller Menschen- und Sachkenntniß; ich für mein Theil habe dem im Ganzen nie unbedingt meinen Beifall geben können, was man in technischer Beziehung an den Britten so übernatürlich herausstreicht und bewundert, ichhabe das Wehen von jenem Geiste, der dieses Volk auf die höchste Stufe der Civilisation heben soll, nur wenig empfinden können, habe viele der technischen Wunderwerke mit andern Augen angesehn, und namentlich im Felde der Dampfmaschinen, wo der Engländer doch die höchste Stufe erreicht haben soll, mich wenig oder gar nicht befriedigt gefunden. Gewiß sieht man in England großartige colossale Werke aufgethürmt, sieht sie mit großen, ungeheuern Geldmitteln, mit Fleiß, Mühe und Aufmerksamkeit, aber auch mit großer Abundanz, mit überflüssigem Luxus und übertriebener Pracht ausgeführt, und muß gestehen, daß sie anderswo in dieser Fülle nicht leicht angetroffen werden; es wird bei ihrer ruhigen Würdigung aber auch oft unwillkührlich eine Stimme im Innern laut, die da die Frage aufwirft: War zur Erfüllung dieses oder jenes Zweckes eine solche Fülle, solche Abundanz durchaus nöthig, unabweislich? wurde hier allenthalben auch die wichtige Aufgabe in der Mechanik gelöset, mit den möglichst einfachsten

Digitized by Google

Mitteln die höchsten Zwecke zu erreichen? — liegt in diesen Anordnungen auch immer das hohe technische Verdienst, was daran gepriesen wird? — herrscht im Gegentheil nicht oft geistlose Ueberfüllung, blickt nicht oft Kenntnißlosigkeit, alter Schlendrian, Charlatanerie durch, und ist nicht Vieles mehr auf Schein, als auf reellen Nutzen berechnet? — ist endlich Vieles, sehr Vieles nicht der barste Unsinn, widerspricht es nicht aller Theorie, allen höhern und bessern Begriffen in der Maschinenbaukunst, kämpft es nicht an gegen alle Naturgesetze? —

Doch wozu so viele Worte. So viel ist gewiß, daß Englands Dampfmaschinen im Ganzen noch immer in den Zipfelperrücken und Haarbeuteln, wie die Kutscher und Livreebedienten seiner Lords dastehn. Seit beinahe 100 Jahren stößt man nur auf ein Kleid, eine Form derselben, und wehe dem, der eine andere einführen wollte, er würde kein Glück machen. Ich habe früher schon erzählt, was Herr Bramah, der Sohn des berühmten Erfinders der hydraulischen Pressen, einmal zu mir sagte, als ich ihn fragte, warum man statt des Parallelograms an Dampfmaschinen nicht diejenige einfache Einrichtung allgemein einführe, die ich an einer der Dampfmaschinen seiner Werkstätte von ihm angebracht sahe. Er sprach nämlich die merkwürdigen Worte: „Die Parallelogramms sind nun in England einmal Mode, und Keiner würde eine Dampfmaschine kaufen, die nicht damit versehen wäre.“ In dieser Antwort, die einer der geachtetsten Engineers von England gab, liegt die beste Bestätigung von dem, was ich eben sagte. Merkwürdig ist es, wie die Engländer der von ihren Lobrednern so hoch gepriesenen Achtung vor dem ehrwürdigen Herkömmlichen oft jede vernünftige Rücksicht opfern. Welche sonderbaren Zusammenstellungen erblickt man, welche widersinnigen Verbindungen zwischen Maschinen verschiedenen Zwecks, welche unglücklichen Transformationen von Bewegungen, wo gar keine nöthig sind, wo der Zweck durch die einfachsten Mittel von der Welt zu erreichen ist, wo die Wahrheit so klar vorliegt, daß man sie mit Händen greifen kann. Man hascht mehr nach Großartigkeit, nach colossalen, complicirten Bauten, als nach

Digitized by Google

Einfachheit und Kunstlosigkeit, indem man es hie und da wohl fühlen mag, daß dies noch der einzige Weg sei, sich auszuzeichnen, und den Laien zu bestechen, da es auf wissenschaftlichem Wege nicht immer so gelingen will, da es gewöhnlich an Gründlichkeit fehlt, und man sich mehr durch Beharrlichkeit und Ausdauer in Verfolgung eines technischen Ziels, mehr durch kaufmännischen Speculationsgeist, als durch tiefes wissenschaftliches Eingehen in den Gegenstand auszeichnet. Wie langsam schreitet man in neuerer Zeit in England in wirklicher Verbesserung der Dampfmaschinen fort, wie wenig Patente von allen denen, die jährlich auf Verbesserungen an Dampfmaschinen ausgenommen werden, enthalten wirklich etwas Neues, Gediegenes, Brauchbares. Wie verhallet ein Geschrei nach dem andern über neue Wunder in ein Nichts. Die Maschinen mit niederm Drucke stehen noch auf demselben Standpunkte, wie vor 80 Jahren, und von den Hochdruckmaschinen weiß man so gut wie gar nichts. Dies beweisen selbst die neuen, so hochgepriesenen Locomotiven. Wie wenig basirt ihre Einrichtung auf wirklichen reellen Fortschritten, wie tragen sie noch immer die alten Formen, die alten verjährten Irrthümer, die Beweise der Hartnäckigkeit an sich, alte Vorurtheile schwinden zu lassen, und wissenschaftlich begründete Reformen anzunehmen. Man bewundert die neuern Leistungen, fragt aber nicht, ob mit den ungeheuren Mitteln, in so langen Zeiträumen, nicht noch weit mehr geleistet werden könnte. Und sehen wir jetzt andere Nationen den Engländern nicht vielfältig vorauseilen, werden jetzt nicht sogar die englischen Locomotiven durch amerikanische und deutsche schon verdrängt?

Das Kleben der Engländer an den alten stationair gewordenen Formen ist aber ein Haupthinderniß für sie, in dem Capitel, welches ich jetzt vorzunehmen gedenke, etwas zu leisten, und nicht genug kann ich davor warnen, in demselben sie sich zum Muster zu nehmen. Will man mir jetzt folgen, so werfe man alle Anbeterei des Ausländischen, alle schmutzige Kriecherei zu den Füßen anderer Nationen weg, und prüfe mit deutschem Sinne, mit deutscher Unparteilichkeit, Wissenschaftlichkeit und

Digitized by Google

Gründlichkeit, ob in den wenigen Andeutungen, die ich jetzt geben werde, sich ächtes Streben nach Verbesserung, nach Einfachheit und Gediegenheit ausspreche.

Es dürfte leicht zu begreifen sein, daß eine bestimmte Form bei den Dampfmaschinen nicht für alle dadurch zu erreichenden Zwecke passe, wenn zweckmäßige Anordnung der Bewegungen, möglichst verständige und kunstgerechte Verlüste ersparende Application der Betriebskraft auf die zu betreibenden Werke, und sicheres Ineinandergreifen der bewegenden und zu bewegenden Organe auf möglichst einfache Weise erreicht werden soll. So wird man eine kreisförmige Bewegung am besten und einfachsten bewirken, wenn die bewegende Kraft in derselben Weise, d. h. auch kreisförmig, wirkt, so wird eine einfache Hin- und Herbewegung am besten und mit dem wenigsten Kraftverluste abgeleitet von einer Kraft, die in denselben Richtungen arbeitet. Soll eine Maschine in einer gewissen Höhe über dem Fußboden in Bewegung gesetzt werden, so ist es gewiß zweckmäßiger, die Kraft unmittelbar auf diesen Punkt zu richten, als sie erst durch complicirte Zwischenorgane darauf nach und nach zu übertragen; geschieht die Bewegung der Last horizontal, so wirkt auch die Kraft so am richtigsten; denn je mehr Theile die Kraft fortpflanzen, desto mehr Reibung, desto größere Massenbewegung, je mehr Abweichungen von der ursprünglichen Richtung der Kraft, desto mehr Zerlegung und Zersplitterung derselben, in allen Fällen aber Verlust an Effect und unnöthiger Kostenaufwand. —

Bei allen meinen Bauten folge ich der gewiß richtigen und durch Theorie und Erfahrung sich als unendlich fruchtbar erweisenden Ansicht, daß man die Kraft des Kolben der Dampfmaschine gar nicht unmittelbar genug auf die Nutzlast wirken lassen könne. Ist das Inslebentretenlassen dieser Ansicht in der Praxis auch oft mit Schwierigkeiten verknüpft, bestehen z. B. schon ältere Einrichtungen, die man nicht ganz verwerfen kann und soll, und kostet es Mühe und Nachdenken, trotz des Bestehenden dennoch neue bequemere und zweckmäßigere Angriffspunkte für die Kraft zu finden, so ist es doch in den

Digitized by Google

meisten Fällen möglich, auf eine befriedigende Weise zum Ziele zu kommen. Ich will dies durch einige skizzirte Zeichnungen und eine dabei gegebene kurze Erklärung deutlich zu machen suchen. Bei keiner solcher Bewegungscombinationen, so hoffe ich, ist weder der Kraft, noch der Last unnatürliche Gewalt angethan, alle sind wohl ausführbar, es treten ihnen keine practische Schwierigkeiten in den Weg, alle ersparen eine Menge Verbindungswerke, viel Raum und viele Kosten. Sie erleichtern dem Maschinenbauer offenbar den Bau und die Anlage der Werke, und in so ferne er durch geringe Mittel zum Ziele kommt, wächst sein Vortheil und sein Gewinn.

Für alle Werke, deren Hauptbetriebswelle horizontal und dem Fußboden nahe liegt, liefert unfehlbar die oben beschriebene Normaldampfmaschine die beste Form, und ich rathe in jedem Falle, bei ihr zu bleiben. Für solche Werke jedoch, wo diese Hauptbetriebswelle eine bedeutend höhere Lage hat, empfehle ich die in Fig. 1, 2, 3 und 4, 9, 10, 11 und 12 (Tab. V.) bezeichneten Umänderungen derselben. Fig. 1 und 2 und 11 und 12 dürften vorzüglich für solche Werke sich eignen, wo die Welle nicht über 6 bis 7 Fuß hoch liegt, N. 3 und 4, 9 und 10 für diejenigen, wo sie in einer höhern Lage sich befindet.

I.

Fig. 1 und 2 (Tab. V.) stellt eine Maschine mit schwingendem Cylinder, deren Kolbenstange nach oben wirkt, mit ihrem Schwungrade vor, und zwar N. 1 in der vordern, und N. 2 in der seitlichen Ansicht. Die Schwungradwelle a liegt auf einem gußeisernen Gestelle b. Sie ist entweder, wenn es hinsichtlich ihrer Umlaufsgeschwindigkeit angeht, zugleich die Betriebswelle für die Werke, oder durch Kuppelung oder 2 Stirnräder mit derselben verbunden, deren Durchmesser durch die Verhältnisse der Betriebs- und Dampfmaschinenwellengeschwindigkeit bestimmt werden. Der Cylinder c hängt in einem Rahmen d, dessen Zapfen die Schwingungszapfen bilden. Die Einrichtung des Rahmen ist ganz wie an der Normalmaschine,

Digitized by Google

auch werden innerhalb deſſelben die Dämpfe zum Cylinder hin und zurück geleitet. Der Cylinder iſt in demſelben durch 2 angegoſſene Lappen befeſtigt. Die Dampfleitungsröhren haben die einer ſolchen Einrichtung entſprechenden Biegungen. Die Steurung kann am untern Deckel des Cylinders angebracht werden, oder auch vor oder hinter dem Cylinder zwiſchen Rahmen und Cylinder. Sie hat in ihren Haupttheilen die Einrichtung der an der Normalmaſchine beſchriebenen. Wird ſie in letztere Stellung gelegt, ſo muß der Aufhängepunkt des Cylinders über ſein Mittel fallen, damit er einigermaßen im Gleichgewichte bleibe. Seine Steurung wird durch ein einfaches Hebelwerk in Bewegung geſetzt. Die Kolbenſtange und ihr Verbindungsſtück mit der Kurbel ſind hier länger als bei der Normalmaſchine, damit die Schwingungsachſe des Cylinders von der Schwungradwelle in der gehörigen Entfernung bleibe. Der Gouverneur ſteht über oder neben dem Geſtelle, und kann von der Schwungradwelle aus durch coniſche Räder in Umtrieb geſetzt werden.

Dieſe Form von Maſchine iſt leicht und einfach, paßt daher auch vorzüglich für Maſchinen von geringern Pferdeskräften. Hoffentlich wird man ohne ſpeciellere Beſchreibung und Abbildung ein klares Bild davon bekommen.

In Fig. 11 und 12 habe ich eine Modification dieſer Maſchine abgebildet, und zwar in Fig. 11 in einer vordern, in Fig. 12 in einer Seitenanſicht. Der Cylinder a hängt hier nicht in einem Rahmen, ſondern ſchwingt auf Zapfen b und c, die an ihn angegoſſen ſind. Dieſe drehen ſich in Lagern von Pockholz oder Jacaranda- oder Eiſenholz, die in die gußeiſernen Lagerböcke d und e ſo eingelegt ſind, daß ſie den Zapfen ihre Hirnflächen darbieten, und durch geſchmiedet eiſerne Platten von allen Seiten eingefaßt ſind, gegen welche Stellſchrauben, die bei ffff geſehen werden, drücken. Dieſe erhalten die Lager, ſelbſt beim Eintrocknen des Holzes, immer in einer ſichern und feſten Stellung in den Lagerböcken. Der Dampf tritt durch den hintern Cylinderzapfen zum Cylinder, und durch den vordern zieht er wieder ab. Dampfrohr h und Exhauſtions-

Digitized by Google

rohr g drehen sich innerhalb dieser Zapfen in Stopfbüchsen. Dadurch, daß die erhitzten Zapfen sich in Holz bewegen, ist jede starke und schädliche Reibung an denselben vermieden. Die Steurung ist an dem untern Cylinderdeckel angebracht, und von derselben führt die Dampfzufluß- i und Abflußröhre k zu den Cylinderzapfen. Ich habe jetzt 2 dergleichen Maschinen gebaut. Die eine arbeitet in Malchow in einer Wollspinnerei, die andere in meiner Maschinenbauwerkstätte hier in Plau. Die Steurung derselben besteht aus einem, in der allerneuesten Zeit von mir erfundenen Drehventile mit Abschluß, welches jedoch eine reciproke Bewegung hat, und von dem ich vielleicht später noch einmal sprechen werde. Beide Maschinen arbeiten vortrefflich.

II.

Fig. 3 und 4 stellen eine Maschine vor für höher gelegene Betriebswellen. Man sieht sie in Fig. 3 wieder in der Front- und in Fig. 4 in der Seitenansicht. Sie hat einen feststehenden Cylinder a, von dem nur ein Theil aus der Bodenplatte b hervorragt. Die Schwungradwelle c liegt entweder auf dem obern Gebälke des Gebäudes, welches durch ein leichtes gußeisernes Säulengestell unterstützt wird, oder auch auf einem, durch einen Bogen unterstützten, Lagerstück d, zwischen den Säulen e und f. An dem Säulengestelle nach vorne sind verstellbare Führer g und h angeschroben, die das Verbindungsstück i zwischen Kolbenstange k und Bläuelstange l leiten. Die Führer sind von Eisen und mit Jacarandaholz belegt, und durch 4 Stützen, von denen man 2 bei m und n in Fig. 4 sieht, mit den Säulen verbunden. Da, wo sie an die Stützen m und n angeschroben werden, sind die Löcher, durch welche die Stützen gehen, länglich ausgeschlitzt, so daß beide Führer verrückbar in ihrer Stellung sind, und genau dem senkrechten Gange des Verbindungsstückes i angepaßt werden können. Dieses ist seitwärts mit 2 glasharten stählernen Glitschern o und p versehen, die an dem Holze der Führer reiben. Ihre reibende Fläche muß die Führer von 3 Seiten umfassen. Die beschrie-

Digitized by Google

benen Führer sind viel einfacher, zweckmäßiger und dauerhafter, auch leichter und mit weniger Kenntnissen im Stande zu erhalten, als die bunten Gegenlenker, Parallelogramms und wie diese künstlichen Vorrichtungen alle heißen; jedoch müssen sie, wie ich schon früher bemerkt habe, mit Holz belegt werden, und mit keinen glatten Metallflächen leiten, die sich viel schneller als die hölzernen abnutzen. Ich ziehe Glitscher in allen Fällen Frictionsrollen vor, die sich immer bald auf ihrer Achse auslaufen und wacklig werden, und dann natürlich keine exacte Führung mehr gewähren können. Das Holz an den Führern nutzt sich kaum merklich ab, und hält selbst bei den größten Maschinen Stand, vorzüglich wenn es dann und wann geölt und mit Graphit abgerieben wird, und die Glitscher, was unerläßlich ist, mit recht großen Flächen auf den Führern reiben, und von Stahl und hart, oder gehörig eingesetzt sind. Will man Frictionsrollen anwenden, so construire man sie von härterm Gußeisen, und befestige sie auf geschmiedet eiserne kurze Wellen, deren Zapfen eingesetzt sind, und zu beiden Seiten in Futtern von Rothguß oder noch besser in glasharten stählernen Buchsen laufen, die an's Verbindungsstück i verstellbar angeschroben werden. Die Frictionsrollen müssen, so wie die Glitscher an den Führern, auf Jacaranda- oder anderm harten Holze laufen.

Als Verbindungsstück wende ich ein Kugelgelenk an, das füglich als ein Universalgelenk gelten kann, und viel bessere Dienste leistet, und viel leichter anzufertigen ist [1]), als die beweglichen Gelenke mit Bügeln und Keilen, die an den Dampfmaschinen allgemein üblich sind. Einen vorzüglichen Vortheil gewährt dasselbe aber dadurch, daß es eine gewisse Gelenkigkeit und Nachgiebigkeit nach allen Richtungen besitzt, die etwanigen Verrückungen in der Stellung der Kurbel und der Lage der Schwungradwelle gegen die Cylinderachse weniger schädlich macht.

---

1) Es kann nämlich fast ganz auf der Drehbank vollendet werden. Welche Vortheile Dreharbeit hinsichtlich der schnellern und leichtern und weniger kostspieligen Vollendung gegen Feil- und Hobelarbeit gewährt, weiß jeder Mechaniker.

Digitized by Google

Zur deutlichern Auffassung seiner Einrichtung habe ich es in Fig. 16. Tab. V. von außen, und in Fig. 17 im perpendiculären Durchschnitte durch seine Mitte vorgestellt. Bei a ist die Kolbenstange durch einen Keil in einer nach unten hervorragenden Hülse desselben befestigt, bei b sieht man die Kugel der Verbindungsstange. Um sie durch das Oberstück des Kugelgelenkes bringen zu können, ist sie durch ihren kurzen Stiel c mit der Verbindungsstange d auf die in der Zeichnung dargestellte Art verbunden. Der untere Theil dieser Stange ist so gearbeitet, daß er beim Gange der Maschine und der Bewegung der Verbindungsstange am Oberstücke des Kugelgelenks die Oeffnung desselben, in welcher der Stiel c der Kugel arbeitet, genau deckt. Er bildet eine Hülse, in welcher der Stiel c durch einen Keil befestigt ist. Aus der Zeichnung dürfte diese Einrichtung ohne weitere ausführlichere Erklärung hinreichend deutlich werden. Die Kugel muß eine angemessene Größe haben, damit nach Abzug des Stieldurchschnitts nach oben Fläche genug zum sichern Gange gegen das Oberstück bleibe. Ich lasse die Kugel, um ihre Abnutzung zu verzögern, einsetzen und gehörig abhärten. Die Glitscher werden auf irgend eine schickliche Weise an das Kugelgelenk angeschroben. Dies kann an Lappen geschehen, die an den Schraubenkranz des Untertheils desselben angegossen werden.

Von dem Verbindungsstücke i führt eine gewöhnliche Bläuel- oder Verbindungsstange l zur Warze der Kurbel q. Die Steurung ist die gewöhnliche Schiebersteurung. In die Abschlußschieberbüchse dringt von hinten das Dampfrohr r. Das Exhaustionsrohr ist doppelt ss, und kommt der Symmetrie wegen von beiden Seiten der Büchse, um sich unter der Bodenplatte in ein einziges zu vereinigen. Die Bewegungsstange t für den Schieber wird durch ein Excentricum u vermittelst der Verbindungsstange v in Bewegung gesetzt.

Auch diese Form von Dampfmaschinen paßt sehr gut für kleinere Maschinen bis zu 10 oder 12 Pferdeskräften. Eine Dampfmaschine von 3 Pferdeskräften, die ich für die Brauerei des Herrn Capobus in Rostock errichtete, und eine andere

Digitized by Google

von 8 Pferdeskräften, die von der Güstrower Eisengießerei und Maschinenbauanstalt nach meinem Austritte aus dem Geschäfte nach meinen Plänen und meinen Zeichnungen ausgeführt wurde, und in der Oelmühle des Herrn Erichson in Rostock arbeitet, sind von dieser Form.

III.

Fig. 5 stellt eine Dampfmaschine vor, wie ich sie vorzüglich für horizontale Kreisbewegungen, namentlich für Kornmühlen empfehlen würde. Der Dampfcylinder a ist hier an ein starkes Querstück b der stehenden Welle c festgeschroben, mit welcher er oben in dem Lager d und unten in der Pfanne e schwingt. Die Kolbenstange hat ein kleines Querstück f mit verstellbaren Buchsen von Jacarandaholz, womit sie an den 2 cylindrischen, geschmiedet eisernen, gut abgedrehten und an den Cylinder angeschrobenen Führern reibt, die ihr die richtige Leitung geben und ihre Bewegung genau in der Achse des Cylinders erhalten, und von denen nur der eine, g, auf dieser Seite liegende, zu sehen ist. Ein Verbindungsstück h vereinigt am Ende der Führer dieselben zu einem festen Ganzen. Dieses Verbindungsstück hat in der Mitte zwischen beiden Führern eine große Oeffnung für den Durchgang der Verbindungsstange zwischen Kolbenstange und Kurbel, und ist durch die Stange i nach oben an dem Cylinder aufgehängt, wodurch seine und der Führer richtige Stellung gegen den Cylinder sehr gesichert wird. Von dem Querstücke der Kolbenstange führt die Verbindungsstange k nach der Kurbelwarze l, welche in einen der Arme des großen horizontal liegenden, die Steine der Mühle in Bewegung setzenden, und mit hölzernen Kämmen versehenen, Sternrades m eingesetzt ist. Dieses Rad ist etwas schwerer gegossen, als gewöhnlich, und vertritt die Stelle eines leichten Schwungrades. Ein schweres ist nämlich in einer Kornmühle durchaus überflüssig, da die Mühlensteine mit ihren schnellen Umdrehungen Schwung genug in das Werk bringen. Man könnte sogar auch des leichtern entbehren, wenn man nicht zu fürchten hätte, daß bei den Uebergängen der Dampfmaschine über die todten Punkte ein

Digitized by Google

Stoß in dem Räderwerke fühlbar werden mögte, der von dem Uebersetzen der Kämme von einer Seite zur andern des Angriffs gewöhnlich herrührt. Ein Schwungrad hält die Kämme immer auf derselben Seite in Arbeit, und macht so die Bewegung sanfter und weniger erschütternd.

Die Verbindungsstange k ist unbeweglich mit dem Querstücke f und der Kolbenstange verbunden. Durch dieselbe wird der Cylinder von der Kurbelwarze aus in eine schwingende Bewegung gesetzt. Sie dient zugleich zur Gegenbalance des Kolben im Cylinder, damit dieser nicht zu sehr auf der untern Cylinderwand aufliege, und diese auf eine schädliche Weise abnutze. Sie bildet nämlich mit der Kolbenstange und dem Kolben einen zweiarmigen Hebel, der in dem Querstück f sein Hypomochlion hat, und mit diesem auf den Führern aufliegt. Damit der Kolben gut von seiner Stange getragen werde, und diese sich von seiner Last nicht biegen könne, ist sie etwas stärker gearbeitet, als es hinsichtlich der Größe des Cylinders und im Verhältnisse zu der von ihr fortzupflanzenden Kraft nöthig ist. Wo möglich messe man das Gewicht der Kolbenstange und des Kolben, und das der Verbindungsstange so gegen einander ab, daß beide aus dem Zusammenhange mit der Maschine herausgenommen, und durch das Querstück unterstützt, in der Schwebe stehen. Damit das Querstück f da, wo es auf den Führern gleitet, immer in seiner Stellung gegen den Cylinder und die Kurbelwarze ajüstirt werden könne, müssen, wie oben schon berührt ist, seine Buchsen verstellbar sein.

Die Steurung liegt oben auf dem Cylinder. Die Schieberbüchsen derselben sind auf die Verbindungscanäle n angeschroben, die die Dämpfe auf beide Seiten des Kolben leiten. Die Schieberbewegungsstange kann durch ein einfaches Hebelwerk in Bewegung gesetzt werden. In der Figur wird sie durch eine excentrische Vorrichtung o in Thätigkeit erhalten, welche an der stehenden Welle p befindlich ist. Diese stehende Welle wird umgedreht durch einen Hebel q, der auf die Warze der Kurbel geschroben ist, und eine Art Gegenkurbel bildet. Bei r sieht man diejenige Stange, die von dem Excentricum die ex-

Digitized by Google

centrische Bewegung auf den Bewegungsstiel der Schieber fortpflanzt, und mit diesem, der bei s in einen Führer mit messingener Ausfutterung gleitet, durch ein Gelenk verbunden ist. Das die Dämpfe in die Schieberbüchse leitende Rohr t dreht sich auf derselben in einer Stopfbüchse u. Das Exhaustionsrohr v ist doppelt, geht von beiden Seiten des Dampfcylinders und seiner Schwingewelle abwärts, und mündet, indem es sich in einem großen Schlitze dieser Schwingwelle wieder in ein einziges Rohr vereinigt, beweglich dicht in das abführende Rohr w, welches die Dämpfe aus dem Gebäude führt. Die ganze Maschine ist so aufgestellt, daß der Cylinder in einem eigenen Locale arbeitet, welches durch die Wand x von der Mühle y getrennt ist.

Ich habe in England viele Kornmühlen mit Dampfmaschinen zu sehen Gelegenheit gehabt. Sie waren alle nach einem und demselben Leisten gebaut, d. h. sie hatten Dampfmaschinen mit großen Balanciers, Parallelogramms, ungeheuren Schwungrädern, und zur Verbindung der Dampfmaschine mit der Kornmühle dienten eine Menge Zwischenwellen und Räder, kurz sie waren so bunt und so schwerfällig, als sie möglicherweise nur gemacht werden können. Vorzüglich auffällig waren mir aber die ungeheuren Schwungräder an einem Werke, in welchem schon von selbst hinreichend Schwung enthalten ist. Dergleichen große Schwungräder habe ich auch bei allen Sägemühlen in England wahrgenommen, in welchen doch für jedes Gatter ein besonderes Schwungrad in Bewegung ist, bei denen also der nämliche Fall eintritt. Darf man sich solche Einrichtungen vernünftigerweise zum Muster nehmen?

IV.

In N. 6 sieht man eine Maschine zum Wasserheben, wie ich sie bei Dobberan an einem Torfmoore aufgestellt habe. Bei Maschinen mit Pumpenbewegung wende ich zuweilen einen Wagebalken an, obgleich er auch bei ihnen keineswegs nöthig ist, wie Fig. 7 und 8 beweisen, die eine Wasserhebungsmaschine in einer andern Form enthalten. Die innere Einrich-

Digitized by Google

tung der hier zu betrachtenden Maſchine mit Balancier ſtimmt ganz mit derjenigen überein, die ich im Dingler'ſchen polytechniſchen Journale, Bd. XL. S. 1, ausführlich beſchrieben habe. Der Cylinder a wirkt einſeitig, d. h. bloß beim Heruntergange des Kolben. Er iſt übrigens von gewöhnlicher Einrichtung. Seine Steurung b iſt eine Schiebersteurung, und der Schieber wie die gewöhnlichen Wechſelſchieber mit 2 Oeffnungen eingerichtet, die ein halbkreisförmiger Canal mit einander verbindet. Die Fläche der Schieberbüchſe, worauf der Schieber ſpielt, enthält nur 2 Oeffnungen, von denen die obere über den Kolben des Cylinders, die andere in den Condenſator führt. In Fig. 14 und 15 habe ich dieſe Schiebersteurung im Durchſchnitte und in 2 verſchiedenen Stellungen des Schiebers beſonders vorgeſtellt. Sie wird aus der Zeichnung vollkommen deutlich. Der Condenſator c iſt ganz ſo eingerichtet, wie ich ihn oben beſchrieben, und auf Tab. IV. Fig. 40 und 41 abgebildet habe, und die Dämpfe werden durch Einſpritzung in ihm verdichtet. Es iſt die Einrichtung getroffen, daß der Raum unter dem Kolben mit ihm durch ein Seitenrohr d in immerwährender Verbindung ſtehe. Wirkt der Dampf oben auf den Kolben, ſo beſteht unter demſelben ein Vacuum; iſt er unten angekommen, ſo wird der Cylinderraum über demſelben durch den gegen Ende des Kolbenhubes gerückten Schieber mit dem Condenſator in Verbindung geſetzt, und es erfolgt das Durchſtrömen der Dämpfe durch dieſen, und durch das Durchſtrömen ſeine Säuberung von Luft und Waſſer. Beginnt nun nach dem Durchſtrömen die Einſpritzung von kaltem Waſſer, ſo bildet ſich das Vacuum, und dieſes wird zugleich über und unter dem Kolben (wegen der immerwährenden Verbindung des untern Raums mit dem Condenſator) fühlbar. Der Kolben tritt durch das Gegengewicht e ſeinen Rückweg an, und findet, da über und unter ihm ein Vacuum exiſtirt, auf dieſem Zurückgange kein Hinderniß. Kurz vor ſeiner Ankunft an den obern Deckel wird der Schieber ſo gerückt, daß der Dampf von Neuem über ihn ſtrömt und das alte Spiel beginnt, d. h. ein neuer Hub wird vollbracht, wobei das Vacuum unter dem Kolben

Digitized by Google

wieder thätig mitwirkt. Der Schieber wird durch eine beſondere Steuerſtange f in Bewegung geſetzt, die vom Balancier g herabhängt. Sie hat 2 mit Leder überzogene hölzerne Knaggen, h und i, die gegen den Hebel k ſtoßen, und durch dieſen den Schieber rücken. Der Hebel dreht ſich mit ſeiner Welle in 2 Lagern, die an das Rohr, welches die Dämpfe von der Schieberbüchſe in den Condenſator führt, befeſtigt ſind. An dieſer Hebelwelle iſt noch ein anderer kleiner gekrümmter Hebel l angebracht, der auf der Rückſeite der Steuerſtange liegt, und hier durch einen mit Leder überzogenen Knaggen dieſer Stange in der Art gerückt wird, daß beim Abwärtsgehen des Kolben der Schieber in der in Fig. 15 bezeichneten Stellung zu ſtehen kommt, alſo beide Oeffnungen auf der Fläche der Schieberbüchſe ſchließt, folglich den Zufluß der Dämpfe vom Cylinder abſchneidet, während er zugleich den Dämpfen den Weg vom Cylinder in den Condenſator verſchließt. Da der Hebel l ſehr gekrümmt iſt, ſo gleitet der Knaggen der Steuerſtange, wenn er den Schieber in die beſchriebene Stellung gebracht hat, an ihm vorbei, ohne ihn weiter abwärts zu rücken. Die Steuerſtange iſt mit einem längern Schlitze für die Befeſtigung des letztern Knaggens verſehen, um dieſem jede beliebige Stellung an der Steuerſtange geben, und auf dieſe Weiſe den Dampf durch ihn auf jede beliebige Höhe des Kolbenhubes abſperren zu können.

Die Dobberaner Maſchine iſt nur eine Maſchine von geringerer Kraft, d. h. von 2, höchſtens 3 Pferdeskräften. Daher nahm ich ſtatt der ſonſt üblichen Ketten zur Aufhängung der Kolben- und Pumpenſtange am Balancier ſehr ſtarke Riemen. Selbige thun vortreffliche Dienſte. Damit dabei der Kolbenſtangenzug immer genau in der Achſe des Cylinders erhalten werde, ſind an die beiden Enden des Balancier die Bogen m und n angegoſſen, deren Mittelpunkt im Mittelpunkte des Balancier liegt; dieſerhalb ſteigen und fallen bei den Schwingungen dieſes Balancier die Riemen immer genau ſenkrecht. Sie ſind an ihrem untern Ende um eine Art Griff genähet, der mit einer Hülſe verſehen iſt, in welcher die Kolbenſtange eintritt, und mit einem Keile befeſtigt iſt.

Digitized by Google

Der Balancier g dreht sich auf dem Säulengestelle o, welches auf seinem obern Theile dessen Lager enthält. Bei p sieht man die Wasserpumpe. Sie ist von Kupfer, und oben mit einer Erweiterung q und einer Ablaufrinne r versehen. s ist die Pumpenstange mit dem Gegengewicht e. Bei t ist die Stange vorgestellt, die die Speisepumpe u für den Kessel in Thätigkeit setzt, bei v aber die sogenannte Prellstange mit ihren 2 Prellern, die unten gegen die Bodenplatte der Maschine stoßen, wenn diese die gesetzliche Hubhöhe zu übertreten strebt. Eine solche Prellstange zur Begrenzung der Hübe der Maschine ist sehr nothwendig, damit der Kolben bei schnellem Gange der Maschine, wobei der Wagebalken ein großes Trägheitsmoment gewinnt, nicht gegen den obern und untern Cylinderdeckel schlage.

Die ersten Dampfmaschinen waren alle Wasserhebungsmaschinen. Solche Maschinen bestehen also von allen Dampfmaschinen am längsten, und dennoch muß man gestehen, daß sie, seit Watt die ersten Verbesserungen damit vornahm, hinsichtlich ihrer Form im Allgemeinen weder nach einem bessern Principe gebaut, noch in ihren einzelnen Theilen zweckmäßiger eingerichtet wurden. In England sind vielmehr in letzterem Punkte in späterer Zeit sogar offenbare Rückschritte gemacht worden. Zu diesen gehört die Verwerfung der alten Ketten und Bogen am Balancier für den senkrechten Zug der Kolbenstange im Dampfcylinder und in der Wasserpumpe, und ihre Vertauschung mit Parallelogrammen, so wie die jetzige Einrichtung der Steurung, die zu den umständlichsten und complicirtesten Mechanismen der neuern Zeit gerechnet werden kann. Einzig in Cornwall sind hinsichtlich des Princips der Wasserhebungsmaschinen wirklich Fortschritte gemacht. Wie wenig diese Fortschritte in England indessen gewürdigt werden, beweisen Herrn Palmer's oben angeführte Zweifel gegen die bekannten Resultate dieser Maschinen; Zweifel, die völlig unerklärlich sind, theils in so ferne, als sie so leicht durch Selbstanschauung gehoben werden könnten, theils aber auch in der Hinsicht, daß sie jetzt erst laut werden, nachdem diese Maschinen schon seit beinahe 20 Jahren bestanden, und ihre außerordentlichen Re-

Digitized by Google

sultate bereits im Auslande zu den alltäglichen Dingen gehören. Die an diesen Maschinen vorgenommenen und jetzt bestehenden Verbesserungen betreffen aber auch immer noch keine einfachere Construction derselben, vielmehr ist diese immer noch die alte herkömmliche, bunte und complicirte, und wird es noch lange bleiben. Ich sahe in England nur eine einzige Dampfmaschine, und zwar in London, die hierin eine rühmliche Ausnahme machte. Sie war ihrer Construction nach derjenigen sehr ähnlich, die ich nun bald beschreiben werde, und eine der größten Maschinen, die ich überhaupt gesehen habe. Sehr häufig werden in England noch Dampfmaschinen mit Kreisbewegung zur Wasserförderung gebraucht, und selbst bei einigen größern Wasserwerken bestehen solche. Ich kann solcher Sudeleien, in deren Anordnung sich aller gesunde Menschenverstand verleugnet, nicht Erwähnung thun, ohne verdrießlich zu werden. Wenn große Meister in der Maschinenbaukunst in England dergleichen Schulknabenschnitzer machen können, so hat England das rechte Licht uns wahrlich noch nicht angezündet, und seine gepriesenen Wunder können uns nur warnen, aber nicht zur Nachahmung reizen [1]).

Ich habe in Fig. 7 und 8 eine Wasserhebungsmaschine sehr einfacher Art, und zwar in Fig. 7 in der Front- und in Fig. 8 in der Seitenansicht, dargestellt, die vor allen andern vorzüglich Berücksichtigung verdienen dürfte. Bei ihr steht der Dampfcylinder a auf einem einfachen Säulengestelle b von

1) Als man die Kraft der von mir in England, nach meinem, in Dingler's polytechn. Journale Bd. XXXIX. S. 241 und 329, XXXII. S. 1 und 86, beschriebenen Principe, gebauten Probe-Dampfmaschine nicht anerkennen wollte, weil man das Princip des von mir als Kraftmaaß angewendeten Pronyschen Zaums nicht begreifen wollte, größtentheils aber auch nicht begriff (vid. Dingler's polytechn. Journ. Bd. XXX. S. 326), empfahl man mir, ein Pumpenwerk dadurch zu betreiben. Unter andern that dies der berühmte Rastrik, der bei der Liverpool-Manchester Eisenbahn eine so große Rolle gespielt hat, und zu den gefeiertsten Namen in England gehört. Er zeichnete mir, um meinen schwachen Kräften etwas unter die Arme zu greifen, ein Pumpenwerk und einen Bewegungsmechanismus dazu auf's Papier hin, der nicht allein eine Anzahl von Pumpen, Parallelogramms, Kurbeln und Balanciers, sondern auch so viele Transformationen

Digitized by Google

Gußeisen oder Holz. Die Kolbenstange c wirkt nach unten und ist mit der Pumpenstange d gekuppelt. Es fehlt hier also aller und jeder Zwischenapparat zur Fortpflanzung der Bewegung des Dampfkolben auf den Wasserpumpenkolben. Die gradlinig wirkende Kraft hebt unmittelbar die Last, wird daher nirgends durch Zerlegung zersplittert und unnöthige Reibungen vernichtet, und es bedarf keinerlei Vorrichtung, die Bewegung der Kolbenstangen in der senkrechten Richtung zu erhalten. Die Steurung e ist am untern Ende des Cylinders und zwar nach hinten angebracht, das Rohr f ist das Dampfrohr und kommt von dem Kessel, das Rohr g geht in den Condensator, der Canal h endlich erhält den obern Raum des Cylinders über dem Kolben mit dem Condensator in fortwährender Verbindung. Die Steurung wird durch einen einfachen Rücker an der Kolbenstange, unter Vermittelung zweier Hebel i und k, die auf jeder Seite in die Steuerstangen l und m eingelenkt sind, und durch diese das kleine Querhaupt n über der Schieberbüchse mit dem Schieberbewegungsstiel o auf und nieder schieben, in Bewegung gesetzt. Zum Abschließen auf jeder beliebigen Höhe des Hubes dient der krumme Hebel p, dessen Hypomochlion an dem Gestelle der Maschine verrückbar ist, so daß er höher oder niedriger gestellt, und hinten, und zwar in jeder der gegebenen Stellungen, mit den Steuerstangen in Verbindung gesetzt werden kann, die zu diesem Ende geschlitzt sind, um den Zapfen, an dem der Abschlußhebel p wirkt, der Stel-

---

von Bewegungen, von kreisförmigen in gradlinigte und umgekehrt, enthielt, daß mir ganz unheimlich zu Muthe wurde, und ich vor Erstaunen kaum zu Athem kommen konnte. Meine Erinnerung, daß durch so viele Schnurrpfeifereien ein sehr großer Kraftverlust herbeigeführt, und das Resultat der Maschine in ein ungünstiges Licht gestellt werden mögte, wurde durch ein mitleidiges Achselzucken über meine grobe Unverschämtheit und durch ein gleich darauf folgendes Aufrichten des ganzen Körpers erwidert, um mir kleinem ausländischen Lichte sogleich den richtigen Standpunkt gegen eine sublime englische Magnificenz anzuweisen, und meiner Unwissenheit die gehörige Würdigung angedeihen zu lassen. Ich ging dankend für die herrliche Belehrung über — — englische Unwissenheit und Effronterie, und mit herzlicher Freude über meine abgetragene deutsche bessere Einsicht von dannen.

Digitized by Google

lung seines Hypomochlii gemäß befestigen zu können. Die Rücker der Kolbenstange schieben beim Herabgehen den krummen Hebel nach unten und seitwärts, und zwar so lange, bis sie an ihn vorübergehen können. In diese Stellung gebracht, hat derselbe den Schieber aber grade so weit gerückt, daß beide Oeffnungen, nach der in Fig. 15 dargestellten Weise, in der Fläche der Büchse abgeschlossen sind. Damit die Kolbenstange mit dem Rücker sich nicht drehen, und so den Rücker aus seiner richtigen Lage gegen die Hebel i und k bringen könne, ist das kleine Querhaupt derselben, wovon die Rücker einen Theil ausmachen, bei q q verlängert, und reibt mit ein Paar gabelförmigen Ausschnitten an 2 cylindrischen Führern des Gestelles. Der Condensator liegt unter dem Fußboden, und ist wie bei der vorigen Maschine eingerichtet.

Ich habe angeführt, daß mir zu London eine große Wasserhebungsmaschine zu Gesicht gekommen sei, die der eben beschriebenen hinsichtlich der Art, wie die Kraft des Kolben auf die Pumpe fortgepflanzt wird, ähnlich gewesen sei. Sie stand in Thames street, gehörte der New River water works compagnie, und war bestimmt, Wasser aus der Themse in die Stadt zu pumpen, wenn der New River bei großer Dürre im Sommer zu wenig Wasser lieferte. Die Kolbenstange des Dampfcylinders bewegte an dieser Maschine unmittelbar die der Pumpe, die unterhalb des Dampfcylinders unter dem Fußboden lag. Sie ging indessen auch durch den obern Cylinderdeckel, und setzte hier (wie könnte eine Dampfmaschine in England doch ohne so etwas bestehn) einen Balancier mit Parallelogramm in Bewegung, dessen Zweck war, die Luftpumpe und die Kalt- und Warmwasserpumpe zu betreiben.

V.

Ich habe nun noch eine Modification meiner Dampfmaschinen für Schiffe zu berühren. Eine Schiffmaschine nach meinem Principe ist so einfach, und nimmt mit ihrem Kessel so wenig Raum ein, daß bei Anwendung derselben kaum der fünfte Theil des Schiffsraumes in Anspruch genommen wird, während

Digitized by Google

die gewöhnlichen Maschinen, vorzüglich die mit niederm Drucke, beinahe die Hälfte dieses Raums zu ihrer Aufstellung gebrauchen. Man sieht in Fig. 9 eine Schiffmaschine dieser Art von der Seite; ihr Gestell a steht so im Schiffe aufgerichtet, daß es nicht allein am Boden, sondern wo möglich auch der größern Festigkeit und Stabilität wegen an der Decke befestigt ist. Meine Schiffmaschinen haben schwingende Cylinder b, deren Schwingzapfen an die Cylinder angegossen sind, und sich in hölzernen Lagern von oben berührter Einrichtung drehen. Ihre Kolbenstangen d wirken nach oben, und das Verbindungsstück e zwischen diesem und den Kurbeln f ist in allen Fällen, wo es der Raum verstattet, länger als gewöhnlich. Die Schieberbüchsen g liegen vorne am obern Theile des Cylinders. Das die Schieber bewegende Hebelsystem h ist aus der Zeichnung deutlich. Bei i kann man die Steurung mit der Hand bewegen, nachdem man die Stange k von ihrem Zapfen abgehoben hat.

In Fig. 10 sieht man einen perpendiculären Querdurchschnitt des Schiffs mit beiden Maschinen. Ihre Einrichtung und die Art des Zusammenwirkens der beiden Cylinder auf die Wasserradwelle ist aus der Zeichnung vollkommen deutlich, weshalb ich darüber kein Wort weiter verliere.

VI.

Auf Dampfwagen [1]) würde ich, wenn irgend möglich, meine Maschinen immer so aufstellen, daß die Cylinder senkrecht stehen, oder sie auch in dieser Stellung schwingen lassen. Die Stephenson'schen Dampfwagen oder sogenannten Locomotiven sind sehr complicirt, und die Maschinen derselben liegen so versteckt, und man kann so schwer zu den verschiedenen Theilen derselben kommen, daß man die Amerikanischen Wagen von Norris, deren Cylinder offen zu den Seiten des Kessels aufgehängt sind, und auf Kurbelwarzen wirken, die in die Treib-

1) Ich verstehe hier die Dampfwagen für Eisenbahnen. Von denen für gewöhnliche Straßen kann nach so viel verunglückten Versuchen wohl kaum die Rede mehr sein.

Digitized by Google

räder eingeschroben sind, um deswillen schon vorziehen muß, wenn man auch von ihrem geringern Brennmaterialverbrauche ganz absieht. Ueberhaupt bin ich überzeugt, daß die Locomotiven, vorzüglich die englischen, noch einer großen Reform unterworfen werden müssen. Vor Allem unzweckmäßig erscheint mir aber die Einrichtung der Kessel. Daß diese Organe einer so intensiven Hitze, durch einen gebläseartigen Zug hervorgebracht, bedürfen, zeugt schon von einer unzweckmäßigen Verwendung der Hitze darin, noch mehr aber von einer mangelhaften Einrichtung der Maschinen, zumal wenn man bedenkt, welche große Feuerberührungsfläche solche Kessel besitzen. Die von Stephenson selbst gemachte Erfahrung, daß die vielen kleinen Röhren der Kessel verhältnißmäßig wenig Dampf entwickeln, deutet schon, in Verbindung mit der Bemerkung, daß diese Röhren immer sehr schnell verbrennen, darauf hin, daß das Wasser sich zwischen denselben nicht halte, sondern, in einen Zustand von Zersplitterung versetzt, aus den Zwischenräumen zwischen den Röhren mehr oder weniger ausgetrieben werde. Offenbar liegen die Röhren zu dicht neben und über einander, und bilden zu hohe Lagen. Dazu kommt noch, daß die stärkste Hitze grade durch die obersten Lagen geht, die aus dem Grunde am ersten von Wasser entblößt werden müssen. Da das Wallen durch das Hinzukommen der von den untern Röhren entwickelten Dämpfe nämlich immer größer wird, je mehr die Dämpfe den obersten Lagen zuströmen, das emporsprudelnde Wasser auf seinem Wege nach oben aber immer mehr verdampft, so muß es zuletzt zwischen den Röhren ganz verschwinden. Einen großen Nachtheil bringt auch ein zu starkes Feuern den Rosten, die, wie die Erfahrung lehrt, alle Augenblicke verbrennen, so daß oft auf einer Reise davon mehrere Stäbe verloren gehen. So sehr man auch in England über die Stephenson'schen Kessel entzückt ist, so übermäßig man auch von ihnen prahlt, so halte ich mich doch überzeugt, daß man nächstens zu andern Maaßregeln hinsichtlich der Locomotivkessel greifen muß, wenn die Eisenbahnangelegenheit auf schnelle Weise gefördert werden soll. Herrn Stephenson's Locomotiven ha-

Digitized by Google

ben nach meiner innerſten Ueberzeugung mehr Glück, als ſie verdienen, ja ſtiften in ſo ferne ſogar großen Nachtheil, als das übertriebene Lobgeſchrei darüber das Publikum blind macht gegen wirklich reelle Verbeſſerungen der Locomotivkeſſel, und daſſelbe verführt, die Bemühungen anderer Verbeſſerer unbefördert zu laſſen, weil es Stephenſon's Werke nun doch einmal als das non plus ultra in dieſer Angelegenheit anzubeten gewohnt geworden iſt.

Sollen Locomotivkeſſel nicht allein viel leiſten, ſondern auch von längerm Beſtande ſein, ſollen ſie allen Nutzen und alle Bequemlichkeit gewähren, die man davon mit Recht wünſchen und erwarten darf, ſo muß man dahin ſtreben, in ihnen ein ruhigeres Feuer und einen weniger gebläſeartigen Zug anzuwenden. Dann werden ſie und ihre einzelnen Theile weniger durch eine zu intenſive Hitze leiden, die Roſten werden eine längere Dauer haben, und die Reiſenden weniger durch das Umherſprühen brennender Coaksſtückchen und Funken, und das Umherwerfen von heißer Aſche beläſtigt werden. Dann wird man die Eiſenbahnfahrten bei freundlichem Wetter mehr im Freien ſitzend benutzen, und ſich der Naturſchönheiten und Merkwürdigkeiten der Gegenden, die man durchreiſet, erfreuen können. Bis jetzt iſt man noch wie in Kerkern eingeſchloſſen, im Sommer von unerträglicher Hitze geplagt, und ſteckt man einmal den Kopf in's Freie, um ſich in der Gegend umzuſehen oder friſche Luft zu ſchöpfen, ſo iſt man nicht ſicher, den Kopf mit verſengten Haaren und verbrannter Haut wieder zurückzuziehen, wenigſtens die Naſe voll Aſche und Staub zu bekommen.

Noch einer größern Reform als die Keſſel bedürfen aber die Maſchinen. So lange man dieſe mit keinem höhern Dampfdrucke betreibt, ſo lange man die Dämpfe darin ohne Expanſion arbeiten läßt, ſo lange man den Bau der übrigen Maſchinentheile, vorzüglich den Steurungsmechanismus nicht auf einfachere Grundſätze zurückführt, die Wagen nicht gelenkiger in Federn aufhängt, die mehr Elaſticität als die bisherigen beſitzen, ſo lange man die Wirkungen und den Nutzen der Federn noch durch ſteife Verbindungen der Maſchine und des Wagengeſtelles

Digitized by Google

mit den Räderachsen wieder neutralisirt, so lange man die Treibachsen durch viele Kurbelbiegungen hinsichtlich ihrer Stärke und Sicherheit gefährdet, und ihre Reibung durch eine unnütze Menge von Lagern unnöthig vermehrt; so lange man die edlern Theile der Maschinen nicht mehr vor Regen und dem Sande und Staube der Wege schützt [1]), ihre Kolbenhübe nicht größer und ihre Umgänge langsamer einrichtet; werden die Locomotiven immer wahre Feuerfresser bleiben, werden alle Augenblicke in Unordnung kommen, und ewigen Reparaturen unterliegen. Die Zeit wird lehren, ob diese meine tadelnden Bemerkungen über die jetzigen Locomotiven und über ihre zu hoch gepriesene Construction einer hypochondrischen Verstimmung meiner Nerven ihren Ursprung verdanke, oder aus einer ruhigen, innigen und an der Erfahrung gereiften Ueberzeugung komme. Sollte die Zeit mir vergönnen, mich auch im Felde der Locomotiven zu versuchen, so würde ich meinem Leser mehr von der Anwendung meiner Principien auf diese wichtigen Maschinen sagen können. Mögen die wenigen tadelnden Bemerkungen über die bisherigen Locomotiven den Leser wenigstens auf den Standpunkt gestellt haben, von welchem aus ich beim Baue derselben auszugehen versuchen würde [2]).

Ich schließe mein Werk mit der Aufforderung des Apostels: „Prüfet alles, und das Beste behaltet!“

---

1) Ich habe eher auf der Berlin-Potsdamer Eisenbahn ganze Wolken von Sand und Staub sich erheben, und über die Wagenzüge und ihre Locomotiven sich verbreiten sehen. Können in solchen Fährlichkeiten feine Maschinen, wie die der Locomotiven, lange bestehen?

2) Vergleicht man die hier von mir über die bisherigen Locomotiven gemachten, und schon vor drei Jahren von mir niedergeschriebenen tadelnden Bemerkungen, mit dem, was später im Civil engineers and architects Journal, Dec. 1840, p. 427, und im Dingler'schen polytechn. Journale, Bd. LXXIX. S. 337, über die günstigen Resultate gemeldet wird, die die neu patentirten Locomotiven von Gray, an denen ein Theil der von mir gerügten Mängel in meinem Sinne verbessert ist, auf der Hull-Selby-Eisenbahn gegeben haben, so wird man den Beweis auf der Hand liegend finden, daß meine Ansichten über die bisherigen Locomotiven vollkommen begründet seien.

Digitized by Google

Preiscourant,

betreffend meine in meiner Maschinenbau-Anstalt in Plau angefertigten Hochdruckdampfmaschinen.

Eine Maschine dieser Art						
von	1	Pferdeskraft	kostet	N.	$\frac{2}{3}$	800 Thaler.
=	2	Pferdeskräften	=	=		1000 =
=	4	=	=	=		1500 =
=	6	=	=	=		2000 =
=	8	=	=	=		2400 =
=	10	=	=	=		2700 =
=	12	=	=	=		3000 =
=	14	=	=	=		3500 =
=	16	=	=	=		3900 =
=	18	=	=	=		4200 =
=	20	=	=	=		4500 =
=	24	=	=	=		4800 =
=	26	=	=	=		5200 =
=	28	=	=	=		5500 =
=	30	=	=	=		5800 =
=	32	=	=	=		6100 =
=	34	=	=	=		6400 =
=	36	=	=	=		6700 =
=	38	=	=	=		7000 =
=	40	=	=	=		7300 =
=	50	=	=	=		8300 =
=	60	=	=	=		9200 =
=	70	=	=	=		10000 =
=	80	=	=	=		10800 =
=	90	=	=	=		11400 =
=	100	=	=	=		12000 =

Digitized by Google

Aufstellungskosten werden nicht bezahlt, als nur in besondern Fällen, z. B. wenn der Ort der Aufstellung sehr entfernt von der Fabrik ist, und hier nur nach einer sehr mäßigen Norm. Sie beziehen sich dann vorzüglich nur auf die nöthigen Reisegelder und alle diejenigen Ausgaben, die durch die größere Entfernung der Fabrik besonders entstehen. Zu den Leistungen der Besteller für die Aufstellung gehören: die Lieferung der feuerfesten und gewöhnlichen Ziegelsteine für den Ofen und Schornstein, Zahlung des Zimmer- und Mauerlohns, überhaupt betreffen sie alle nöthigen Vorbereitungen zur Aufnahme und regelmäßigen Ingangsetzung der Maschine in dem für sie bestimmten Locale, als Grundgrabung, Fundamentirung, Brunnen- und Wasserröhrenanlage ꝛc.

Ueber jeden Bau einer Dampfmaschine wird ein besonderer Contract geschlossen, und von dem jedesmaligen Preise der Maschine wird $\frac{1}{3}$ bei Unterschrift des Contractes, und $\frac{2}{3}$ bei der Ablieferung, wenn die Maschine das Versprochene 8 Tage lang tadelfrei geleistet hat, bezahlt.

Dr. Ernst Alban.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig 22

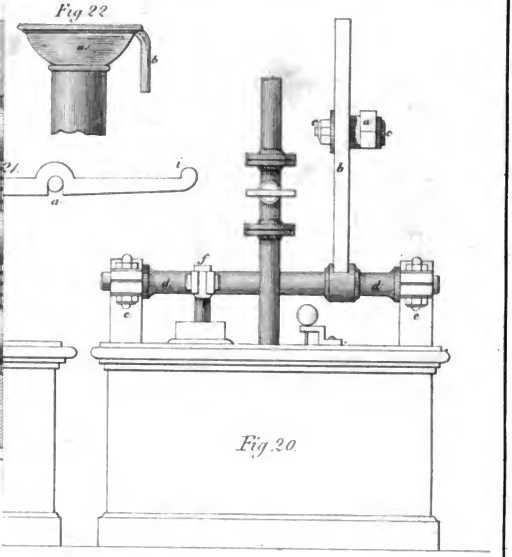


Fig. 20

10.

Fig 23

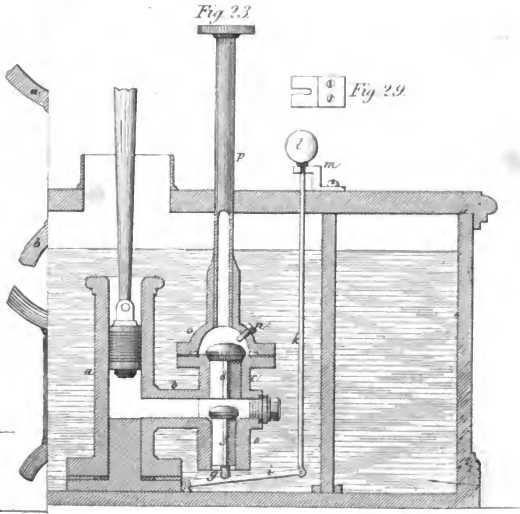


Fig 29

1 1 1/6 Fuß

19 b ind

Lith Anst v H Dölzus, Berlin

Digitized by Google

Fig. 24.

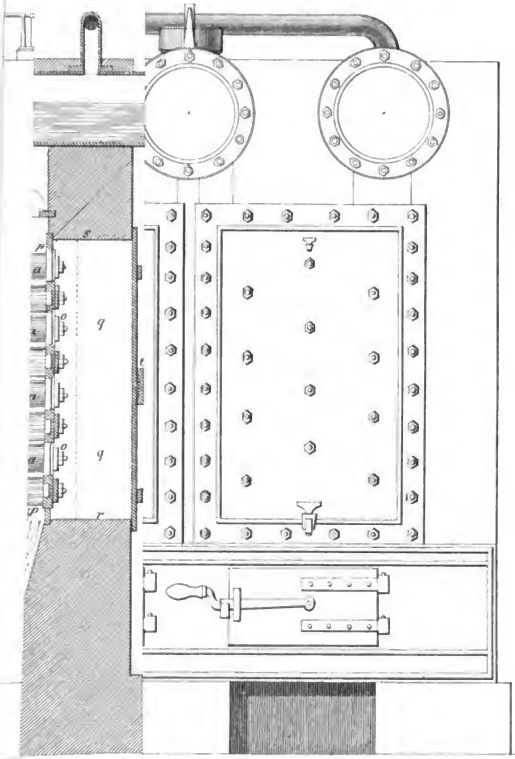


Fig. 15.

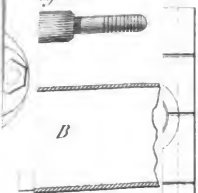
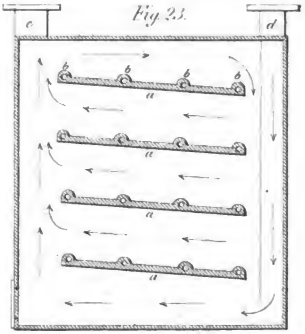


Fig. 16.

Fig. 23.



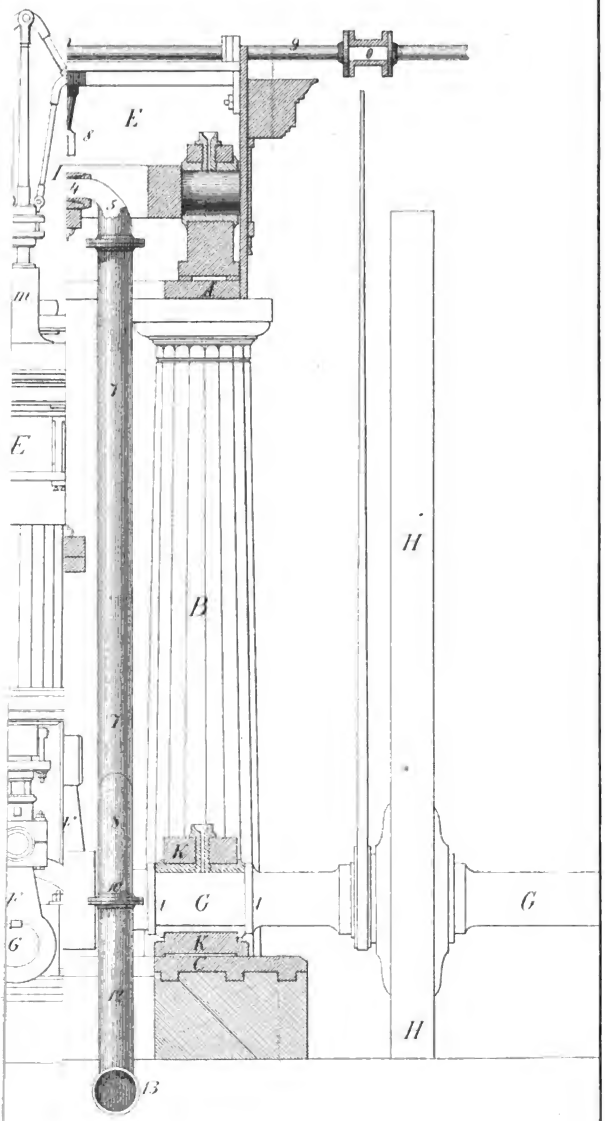
2 Fuſs Hamburg.

Lith Anst v H.Delius, Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

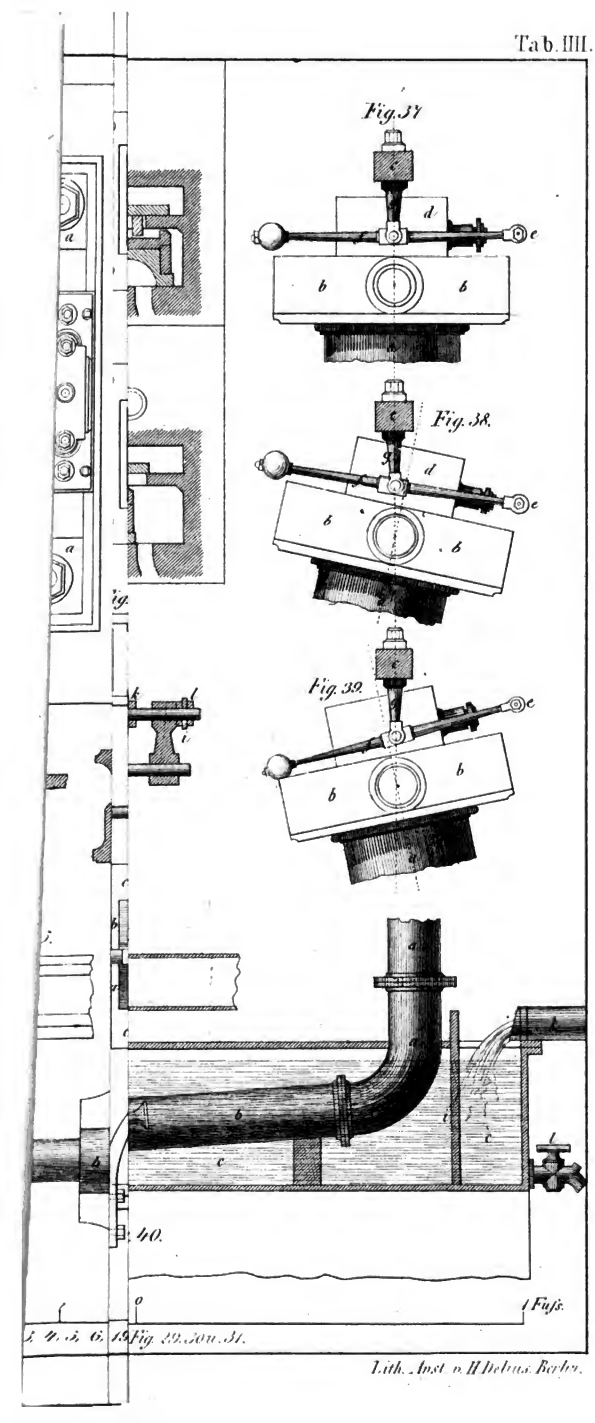
Fig. I



Lith. Anst. v. H. Delius, Berlin

Digitized by Google

Digitized by Google



Lith. Anst. v. H. Delius, Bern.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig 6

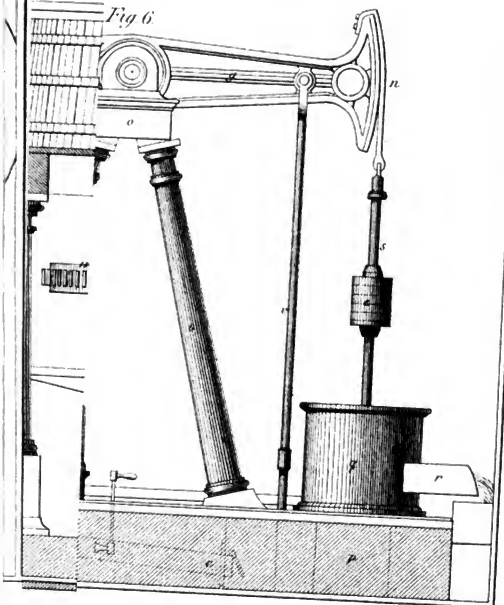


Fig 13

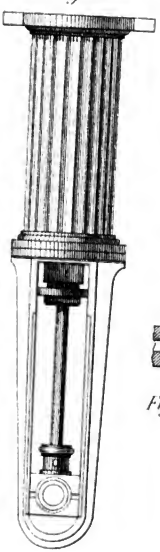


Fig 14

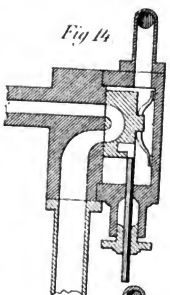
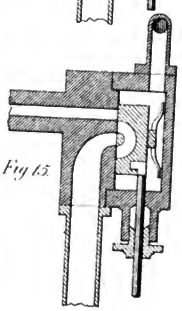


Fig 15.



Lith. Anst. v. H. Delius in Berlin.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google